



# **TAMPEREEN AMMATTIKORKEA- KOULUN SÄHKÖLAITTEISTON HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO- SUUNNITELMA**

Osmo Hämäläinen

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2016  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

HÄMÄLÄINEN OSMO:

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapitosuunnitelma

Opinnäytetyö 118 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Kesäkuu 2016

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Tampereen ammattikorkeakoululle sähkölaitteiston ylläpitoa varten huolto- ja kunnossapitosuunnitelma. Sen päätarkoituksena oli määrittellä huolto- ja kunnossapidon toimenpiteet ja aikataulut.

Suunnitelman laadintaa varten käytiin läpi aihepiirin liittyvät määräykset, jotta sähkölaitteisto olisi lain näkökulmasta asianmukainen. Erityisesti sähköturvallisuusmääräykset käytiin huolella läpi, koska niissä annetaan sähkölaitteistoa koskevat kunto- ja turvallisuusvaatimukset. Lisäksi tarkasteltiin työskentelyyn liittyviä edellytyksiä, joiden avulla huolto- ja kunnossapitotoiminta on mahdollista.

Tämän jälkeen ryhdyttiin laatimaan varsinaista suunnitelmaa. Ensimmäisenä käytiin läpi työn lähtötiedot ja asetettiin työlle tavoitteet. Seuraavaksi määriteltiin suunnitelman rakenne ja sisältö. Rakenteen suunnittelussa otettiin aluksi huomioon lähtötiedoissa ja aihepiirin suosituksissa annetut esimerkit. Lopullinen rakenne muotoiltiin niiden avulla koulun tarpeiden mukaiseksi. Sisällön osalta käytiin läpi suunnitelmassa tarvittavat asiat sekä käsiteltiin huolto- ja kunnossapitotehtävien toimenpiteiden ja aikataulujen laadintaa.

Varsinaisessa suunnitelmassa on mukana koulun kiinteistöiden sähkönjakeluun kuuluvat sähkölaitteet ja -laitteistot. Niiden osalta käsiteltiin keskijännitelaitteistoa, pienjännitelaitteistoa, turva- ja pelastuslaitteistoja, muita sähköverkkoon kuuluvat osia ja tiloja. Laitteistojen osalta ei ole huomioitu laitteita, jotka liittyvät sähköverkkoon sähköliitännöiden avulla. Turva- ja pelastuslaitteistoista huomioidaan ensisijaisesti vain ne, joita huolto ja kunnossapito velvollisuus määräyksien mukaan koskee. Koulun tilojen osalta käsiteltiin sähkötilojen lisäksi myös erityistiloja.

Lopputuloksena saatiin suunnitelma, jossa on huomioitu erilaiset huolto- ja kunnossapitotarpeet mahdollisimman hyvin. Suunnitelma täytti sille annetut tavoitteet. Tämän lisäksi työtä laajennettiin erilaisilla lisäyksillä, joiden tarkoitus on antaa tukea suunnitelman varsinaisille tavoitteille. Työtä pidettiin tilaajan kannalta onnistuneen, koska sen hyväksyivät yhdessä koulun molemmat käytön johtajat.

---

Asiasanat: huoltosuunnitelma, kunnossapitosuunnitelma, sähkölaitteet, sähkölaitteistot

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Option of Electrical Power Engineering

HÄMÄLÄINEN OSMO:

Service and Maintenance Plan of Electrical Distribution Network for Tampere University of Applied Sciences

Bachelor's thesis 118 pages, appendices 5 pages  
June 2016

---

The purpose of this thesis was to create a service and maintenance plan of electrical distribution network for Tampere University of Applied Sciences. The main goals were service and maintenance procedures and schedules.

To ensure that the plan was appropriate from a legal point of view, regulations regarding this work were assembled and processed first. Especially important regulations such as electrical safety regulations were processed extra carefully, because those contain main requirements regarding physical condition and safety of electrical devices. Working regulation that are required when starting a service or maintenance operation were also processed.

The next phase was the creation of the plan. The first step was to go through the initial data and set aims for the project. The next step was to define the plans form and content. The form design process began by taking into consideration form related examples given in the initial data and in the subject matter recommendations. The final form was shaped using these examples while also fulfilling the schools demands. The actual content process included a detailed analysis on what things are required in a service and maintenance plan and how to define service and maintenance procedures and schedules.

The definitive plan includes electrical devices that are part of the school compounds electrical distribution network. High voltage devices, low voltage devices, safety and rescue devices, certain other parts of the electrical distribution network and facilities were included in this plan. Devices that connect to distribution network via electrical outlet were excluded from this plan. Safety and rescue devices that do not require service and maintenance according to regulations were also excluded. Both electrical facilities and special defined facilities were included in this plan.

The end result was a service and maintenance plan that takes into consideration different kinds of service and maintenance demands very well. The main goals were achieved. Also many new things were added into the plan to further support these goals. The final plans was considered a success from the school's perspective because it was approved by both managers of electrical devices.

---

Key words: service plan, maintenance plan, electrical device, electrical devices

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU .....	7
2.1	Organisaatio .....	7
2.2	Kuntokadun kampus .....	7
3	MÄÄRÄYKSET .....	10
3.1	Yleistä .....	10
3.2	Huolto- ja kunnossapitosuunnitelman tausta .....	10
3.3	Sähkölaitteiston turvallisuus .....	13
3.3.1	Käyttöönottotarkastus .....	14
3.3.2	Varmennustarkastus .....	16
3.3.3	Määräaikaistarkastus .....	17
3.4	Huolto- ja kunnossapitotöiden edellytykset.....	19
3.4.1	Kuntokadun kampusta koskevat vaatimukset .....	21
3.5	Sähkölaitteiston haltijan vastuut .....	22
4	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN LAADINTA.....	26
4.1	Lähtökohdat ja tavoitteiden asettelu .....	26
4.2	Sisällyksen ja rakenteen suunnittelu .....	28
4.3	Huolto- ja kunnossapitotehtävien määrittely .....	32
5	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOTEHTÄVÄT .....	38
5.1	Keskijännitelaitteisto .....	38
5.1.1	Muuntajat .....	38
5.1.2	Kojeistot .....	43
5.2	Pienjännitelaitteisto.....	47
5.2.1	Keskukset .....	48
5.2.2	Vikavirtasuojakytkimet.....	52
5.2.3	Sisävalaistus .....	53
5.2.4	Ulkovalaistus.....	58
5.2.5	Termostaattiohjatut sulatusjärjestelmät.....	60
5.2.6	Loistehonkompensointilaitteet .....	62
5.2.7	UPS - laitteet ja järjestelmät.....	65
5.2.8	Sähkökiukaat .....	68
5.2.9	Hissit ja nosto-ovet.....	71
5.2.10	Nostolaitteet .....	73
5.2.11	Suurkeittiölaitteet .....	75
5.3	Suoja- ja turvajärjestelmät .....	75
5.3.1	Hätäkytkentäjärjestelmä.....	76

5.3.2	Poistumistievalaistusjärjestelmä .....	77
5.3.3	Paloilmoitinjärjestelmä .....	80
5.3.4	Savunpoistojärjestelmä .....	83
5.3.5	Kaasusammutusjärjestelmä .....	84
5.3.6	Automaattiset palo-ovet .....	85
5.4	Muut asennukset .....	86
5.4.1	Läpiviennit .....	86
5.4.2	Kaapelihiyllyt, -tikkaat, johtokanavat ja sähkölistat .....	89
5.4.3	Pistorasiat ja kytkimet .....	90
5.4.4	Autonlämmityspisteet .....	92
5.4.5	Maadoitukset .....	93
5.4.6	Johtimet ja kaapelit .....	95
5.5	Tilat .....	97
5.5.1	Sähkölaitetilat .....	98
5.5.2	Lääkintätilat .....	98
5.5.3	Räjähdyksivaaralliset tilat (Ex - tilat) .....	101
6	POHDINTA .....	105
	LÄHTEET .....	108
	LIITTEET .....	114
	Liite 1. Huoltotehtävälomake .....	114
	Liite 2. Täyttölomake .....	115
	Liite 3. Paikannuslomake .....	116
	Liite 4. Suomen suuriruhtinamaan asetuskokoelma N:o 9 .....	117

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtävänä oli laatia Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) Kuntokadun kampuksen kiinteistöiden sähkölaitteistoille huolto- ja kunnossapitosuunnitelma. Toimeksiannon sain alun perin koulun päätoimiselta käytön johtajalta suorittaessani koululla opintoihini kuuluvaa harjoittelujaksoa. Työn taustalla oli laitteiston dokumentointia koskeva puute. Määräysten mukaan koulun sähkölaitteistolle pitää olla laadittuna asianmukainen huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Tämänkaltaista ohjelmaa oli yritetty laatia aikaisemmin, mutta valmista lopputulosta ei ollut saatu aikaiseksi. Sen sijaan ohjelman sijaisina toimivat tuolloin verkkopalvelussa sähköisessä muodossa toiminut keskeneräinen ohjelma sekä sekalaisia huolto ja kunnossapito dokumentteja sisältänyt kansio. Kyseinen ohjelma ja kansio annettiin alustaviksi tiedoksi työn laadintaa varten.

Suunnitelman päätavoitteeksi annettiin huolto- ja kunnossapitokohteiden toimenpiteiden ja aikataulujen määrittely. Lopputuloksena tulisi olla yksilöity huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, joka täyttäisi kohteen oleelliset tarpeet. Laadinnassa olisi otettava huomioon myös kohteen henkilöstö, koska ohjelman käynnistyttyä he tulevat huolehtimaan sen ylläpitämisestä ja sen mukaisesti toimenpiteiden suorittamisesta. Siksi suunnitelman rakenne on suunniteltu helposti päivitettäväksi ja ymmärrettäväksi. Lisäksi huolto ja kunnossapitotehtäviin on lisätty ohjeita ja huomautuksia, jotka helpottavat toimenpiteiden suorittamista. Henkilöstön jäsenet löytävät tehtävänsä edellisessä kappaleen lopussa mainitun sähköisen ohjelman avulla, joten sen kuntoon saattaminen on ollut tämän opinnäytetyön lopullinen tavoite. Tästä huolimatta suunnitelmasta on laadittu kaksi versiota erilaisia tarpeita varten.

Tässä työssä tutustutaan ja selvitetään myös suunnitelman laadintaan vaikuttavia sähköturvallisuusmääräyksiä. Lisäksi tarkempaan käsittelyyn on otettu suunnitelman rakennetta ja sisältöä, koska alkuperäisessä toimeksiannossa näitä asioiden suhteen annettiin käytännössä vapaat kädet. Päätavoitteen suhteen on annettu runsaasti painoarvoa myös pohdinnoille, koska valintojen tekeminen ei usein ole yksiselitteistä ja tulkinnanvaraa jää helposti. Pohdinnoilla pyritään arvioimaan saavutetaanko kyseisillä valinnoilla asetetut tavoitteet. Henkilöstön osalta ei tulla käsittelemään kuka tulee suorittamaan toimenpiteet. Sen sijaan tehtävästä riippuen käsitellään kuka toimenpiteitä voi suorittaa, jotta saadaan kuva siitä millaisia pätevyysvaatimuksia ohjelman suorittaminen vaatii.

## **2 TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU**

### **2.1 Organisaatio**

Tampereen ammattikorkeakoulun ylläpidosta huolehtii nykyisin Tampereen ammattikorkeakoulu Oy (entiseltä nimeltään Pirkanmaan ammattikorkeakoulu Oy). Osakeyhtiön toimitusjohtajana toimii rehtori Markku Lahtinen. Hallintoelimenä toimii Tampereen ammattikorkeakoulun Oy:n hallitus. Koulun varsinaista toimintaa johtaa rehtorin johtama kuusihenkinen johtoryhmä. (Tampereen ammattikorkeakoulu, Tutustu TAMKiin)

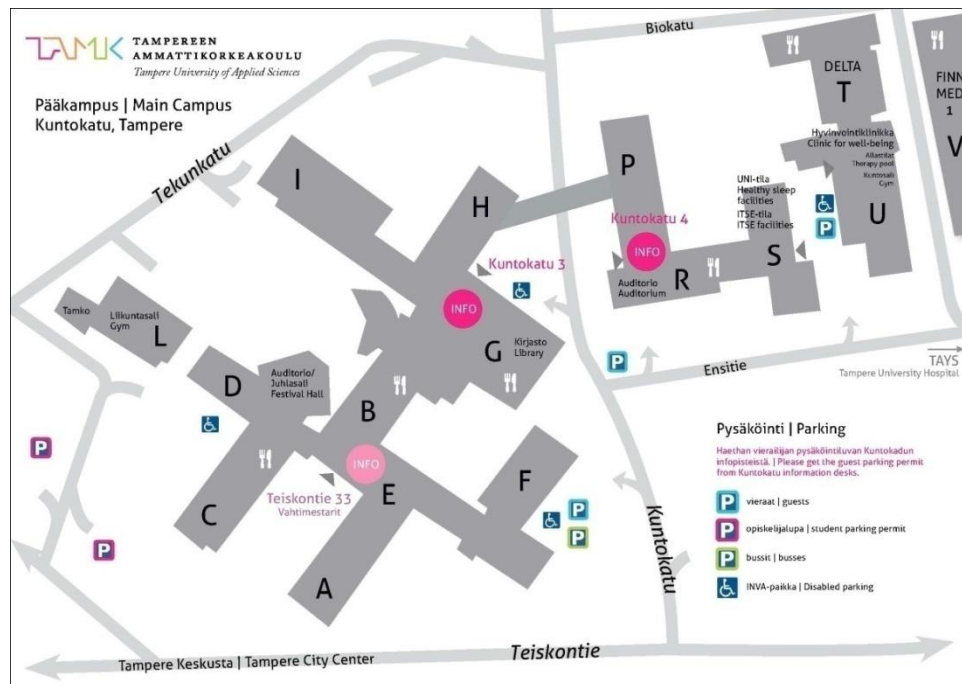
Organisaatio koostuu viidestä tehtäväalueesta: koulutus ja TKI - toiminta, liiketoiminta, kehittäminen, henkilöstöpalvelut ja korkeakoulupalvelut. Jokaista tehtäväaluetta johtaa yksi johtoryhmän jäsen. Tehtävien alle on sijoitettu tarkemmin erilaiset toiminnot ja palvelut. Esimerkiksi liiketoiminta tehtävään kuuluu kiinteistöpalvelut - yksikkö, jota hallinnoi kiinteistöpäällikkö. (Tampereen ammattikorkeakoulu, Tutustu TAMKiin) Tämän yksikkö huolehtii koulun rakennuskannan ylläpitämisestä eli sen tehtäviin kuuluu esimerkiksi sähköjärjestelmien huolto- ja kunnossapito. Ylläpito jakaantuu myös muihin yksiköihin. Esimerkiksi tilapalveluiden tehtäviin kuuluu siivouspalvelut.

### **2.2 Kuntokadun kampus**

Kuntokadun kampuksella toimii koulun päätoimipiste, jossa järjestetään mm. tekniikan, sosiaali- ja terveysalan, liiketalouden, metsätalouden, tietojen käsittelyn ja palveluliiketoiminnan koulutusta. Myös koulun hallinto ja opiskelua tukevat palvelut sijaitsevat tässä toimipisteessä. (Tampereen ammattikorkeakoulu, Kampukset)

Kampus koostuu koulun omistuksessa olevista kiinteistöistä ja muutamista vuokratiloista, jotka sijaitsevat Teiskontieltä haarautuvan Kuntokadun varrella tai läheisyydessä. Tarkempi kokonaiskuva kampuksesta nähdään kuvasta 1. Kiinteistöistä koulun omistukseen ovat ennen kuuluneet Kuntokatu 3 ja Kuntokatu 4. Nykyisin ainostaan Kuntokatu 3 kuuluu koulun omistukseen, koska Kuntokatu 4 on palautettu takaisin Tampereen kaupungin omistukseen (Tampereen ammattikorkeakoulu, TAMKin ylläpitäjäyhtiö palauttaa osan pääomastaan omistajilleen). Tämän työn aloitusvaiheessa Kuntokatu 3 ja

Kuntokatu 4 kuuluivat vielä koulun omistukseen, joten työ on laadittu muutosta edeltäneen tilanteen mukaisesti. Nykyisellään koulu vuokraa Kuntokatu 4 tiloja käyttöönsä, mutta huolehtii edelleen kiinteistön huollosta ja kunnossapidosta. Muuttunut tilanne on kuitenkin pyritty huomioimaan ja sen aiheuttamat vaikutukset on merkitty kohtiin, joita muutos koskettaa. Omistettujen kiinteistöiden lisäksi vuokratiloja on käytössä Finn-Medi 1:n ja Delta:n T-, U- ja V - rakennuksissa.



KUVA 1. Tampereen ammattikorkeakoulun Kuntokadun toimipiste (Tampereen ammattikorkeakoulu, Kampukset)

Kuntokatu 3 tilat muodostuvat 10:stä aakkosten mukaan nimetystä rakennuksesta (A - L - rakennukset). Rakennukset ovat pääasiassa rakennettu 1960 - luvulla. Ne eivät kuitenkaan ole enää sen aikaisessa kunnossa, koska vuonna 1998 aloitettiin laajempi rakentamis- ja perusparannushanke. Sen tarkoituksena oli suorittaa C - ja F - rakennusten rakentaminen, vanhan G - rakennuksen purkaminen ja sen uudelleen rakentaminen sekä muiden rakennusten (pois lukien L - rakennus) perusparantaminen. (Ojala 2010, 14) Hanke saatiin päätökseen, kun H - rakennus valmistui 2013. Hankkeen aikana Kuntokadun 3 ja 4 välille rakennettiin ylikulkutunneli yhdistämään kiinteistöt toisiinsa. L - rakennus osalta perusparannus ja laajennustyöt ovat parhaillaan käynnissä. Tämän urakan odotetaan valmistuvan kevään 2016 aikana.



Kuntokatu 4 koostuu ainoastaan kolmesta rakennuksesta (P -, R - ja S - rakennukset). Ne on Kuntokatu 3 tapaan nimetty aakkosten mukaisesti ja rakennettu 1960 - luvulla. P - ja R - rakennuksiin on tehty perusparannukset 2000 - luvun alussa, mutta S - rakennus on osittaisia peruskorjaus- ja parannustöitä lukuun ottamatta vielä alkuperäisessä kunnossa. (Ojala 2010, 16) Nykyisillään tilat ovat vielä käytössä, mutta niistä ollaan muutamien vuoden sisällä luopumassa. Ennen sitä korvaavat tilat on tarkoitus suunnitella ja toteuttaa Kaupin kampuksella. (Tampereen ammattikorkeakoulu, TAMKin ylläpitäjäyhtiö palauttaa osan pääomastaan omistajilleen)

Kuntokatu 3 ja Kuntokatu 4 käytössä olevista tiloista suurin osa muodostuu opetuskäytössä olevista luokkahuoneista, joissa järjestetään opetukseen kuuluvia lähiopetuskertoja ja luentoja. Muita opetuskäytössä olevia tiloja ovat ATK - luokat ja koulutushaarakohdattaiset erityistilat kuten laboratoriot. Esimerkiksi A - rakennuksessa sijaitsee sähkötekniikan koulutusohjelman suurjännitelaboratorio. Opetustilojen jälkeen suurimman osan tiloista vie henkilökunnalle varatut tilat kuten työhuoneet, kokoustilat ja taukahuoneet. Näitä tiloja löytyy hyvin kattavasti ympäri kiinteistöjä. Opiskelijoiden tarvitsemat päivittäiset opiskeluun liittyvät palvelut ovat tarjolla heti pääsisääkäynnin jälkeen B -talon käytävällä. Runsaasti työhuoneita on esimerkiksi G - ja S - rakennuksissa. Tilat ovat yleensä yksinomaan toimistohuoneita, joissa työntekijä suorittaa työnsä ja siihen liittyvät asiat joko tietokoneen äärellä tai paperityönä. Henkilökunnalla ja oppilailla on tilojen suhteen käytössä erikseen määrittelyt kulkuoikeudet, joita hallinnoidaan modernin kulunvalvontajärjestelmän avulla.

### **3 MÄÄRÄYKSET**

#### **3.1 Yleistä**

Huolto- ja kunnossapitotoiminnan kannalta ensisijaisesti tärkeimpinä määräyksinä voidaan pitää sähköturvallisuusmääräyksiä. Muun muassa niiden velvoittamina on jouduttu ryhtymään tämän työn laatimiseen. Niissä asetetaan omat turvallisuutta koskevat säännökset niin sähkölaitteille ja -laitteistolle kuin sähköalan työskentelylle. Näitä edellytyksiä noudattamalla on mahdollista suunnitella, valmistaa, asentaa ja käyttää sähkölaitteita ja -laitteistoja. Huolto ja kunnossapito liittyvät osaksi sähkölaitteiden ja -laitteistojen käyttöä, joten niitä liittyvät määräykset on otettava huomioon huolto- ja kunnossapitosuunnitelman laadinnassa. Tämän työn päätavoitteen asianmukaista täyttämistä varten on huomioitava erityisesti laitteita ja laitteistoa koskevat vaatimukset. Koska huolto ja kunnossapitotoimia suoritetaan koulun oman henkilökunnan toimesta ja niihin kuuluu sähköalan töitä, myös työskentelyä koskevat edellytykset on otettava huomioon. Jos kaikki vähimmäisvaatimukset eivät ole kunnossa, laitteiden tai laitteistojen käytölle voidaan asettaa esimerkiksi rajoituksia. Määräyksiä noudattamalla voidaan kin huolehtia koulun normaalin toiminnan jatkumisesta.

#### **3.2 Huolto- ja kunnossapitosuunnitelman tausta**

Sähkölaitteita ja -laitteistoa koskevan huolto- ja kunnossapitosuunnitelman katsotaan tilanteesta riippuen pohjautuvan useisiin määräyksiin. Sähköturvallisuusmääräyksiin mukaan ministeriö (tarkoitetaan työ- ja elinkeinoministeriötä (410/1999, 4 §)) voi määrätä järjestämään ennalta huolto ja kunnossapito-ohjelmat laitteistoille, jotka vaativat säännöllistä huoltoa (410/1996, 21 §). Tässä pykälässä ei velvoita aloittamaan suunnitelman laadintaan, vaan sillä annetaan ministeriölle valta päättää asiasta. Siksi kiinteistön sähkölaitteistoa koskeviin määräyksiin on tutustuttava ja selvitettävä vaaditaanko niissä järjestämään asianmukaiset huolto ja kunnossapito-ohjelmat. Siihen liittyen sähkölaitteistojen käyttöä ja käyttöönottoa käsittelevässä laissa (517/1996) on esitetty, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille pitää laatia ennalta kunnossapito-ohjelma, jolla varmistetaan niiden turvallisuus. Kuntokadun kampuksen sähkölaitteisto kuuluu nykyisin

luokitukseen 2c, joten sille pitäisi olla laadittuna asianmukainen ohjelma (Blom 2013, 9).

Sähköturvallisuusmääräyksien lisäksi voidaan joutua huomioimaan rakentamista koskevat määräykset, jos sähkölaitteet ja -laitteistot ovat osa kiinteistöä. Maankäyttöä ja rakentamista koskevan lain (132/1999) mukaan rakennukselle, jota käytetään mm. pysyvään asumiseen tai työskentelyyn, täytyy laatia käyttö- ja huolto-ohje. Lain mukaan ohjeen tulee sisältää seuraavat asiat:

Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. (132/1999, 177 § i)

Käyttö- ja huolto-ohjeeseen näyttää sisältyvän niin itse rakennusta koskevia tietoja kuin sen ylläpitoa koskevia tietoja, jotka toimivat ohjeen laadinnan lähtökohtina. Ennen sitä on vielä huomioitava lisämääräykset ja ohjeet, jotka ympäristöministeriö on antanut rakennusmääräyskokoelman osassa A4. Sen mukaan ohjeen tulee sisältää tietyt tiedot kohteen eri tahojen näkökulmasta. Omistajaa ja ylläpito-organisaatiota varten sisällytetään rakennuksen ja sen rakennusosien hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet. Asukkaita ja tilojen käyttäjiä varten puolestaan sisällytetään hänelle annettavat ohjeet. (Ympäristöministeriö 2000, 4) Määritelmien mukaan rakennusosaan katsotaan kuuluvan mm. rakennustekniset järjestelmät ja käyttö- ja huolto-ohje kuuluu osaksi kiinteistön hoitoa, johon puolestaan kuuluu mm. laitejärjestelmät (Ympäristöministeriö 2000, 2). Tämä työn tarkoitus on laatia vain sähkölaitteistoa koskeva huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, joten tarkoituksena ei ole laatia täysimittaista rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta. Suunnitelmassa laaditaan sähkölaitteiden ja -laitteistojen huoltoa ja kunnossapitoa koskevat toimenpiteet ja aikataulut eli toisin sanoen huollon ja kunnossapidon tehtävät. Siksi suunnitelma voidaan katsoa olevan vain osa kattavampaa rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta.

Tällaista ohjetta ei välttämättä vaadita kaikilta rakennuksilta. Ohjeen laatimisesta määriteltiin aikanaan maankäyttöä ja rakentamista käsittelevässä laissa ja siihen liittyvässä asetuksessa. Alkuperäisen lain (132/1999) mukaan ohjeen laatimisesta määrättiin ra-

kennusluvassa asetuksessa annettujen säädösten perusteella. Alkuperäisen asetuksen (895/1999) mukaan ohje vaadittiin silloin kun kyseessä oli asumiseen tai työskentelyyn käytettävä rakennus, kun kyseessä oli muutos- ja korjaustyö, joka oli verrattavissa rakentamiseen tai kyseessä oli muutos- ja korjaustyö, joka edellytti rakennuslupaa. Nämä ehdot ovat vaikuttaneet rakennuslupiin vasta asetuksen tultua voimaan 1.1.2000. Siksi on luontevaa olettaa, että ohjetta ei ole vaadittu rakennuksilta, jotka ovat saaneet rakennuslupan ennen asetuksen voimaan astumista. Samankaltaiseen tulkintaan on myös päädytty ST - kortiston suosituksessa, jonka mukaan ennen asetuksen voimaantuloa (1.1.2000) rakennuslupan saaneilta käytössä olevilta rakennuksilta ei vaadita ohjetta (ST 96.01 2003, 2). Suurin osa Kuntokadun kampuksen rakennuksista on rakennettu 1960 - luvulla, joten edellisen johtopäätöksen mukaisesti niiltä ei edellytetäisi ohjetta, ellei niihin kohdistuvissa muutostöissä ole tarvittu rakennuslupaa. Lakiin ja asetukseen on kuitenkin tehty viime vuosina muutoksia. Asetuksen ohjetta käsittelevä 66 § on kumottu ja sen sisältö on siirretty maankäyttöä ja rakennusta koskevaan lakiin (132/1999). Samalla on tehty joitain muutoksia koskien ohjeen laadinnan vaatimuksia. Laista on puolestaan kumottu ohjetta koskeva momentti pykälästä 134 §. Lakiin tehdyn kumouksen takia käyttö- ja huolto-ohjeen laadinnasta ei enää määrättäisi rakennusluvassa. Sen sijaan näyttää siltä, että vastuu on siirretty rakennushankkeeseen ryhtyvälle (132/1999, 117 § i). Jos uutta tilannetta tulkitaan samalla tavalla kuin vanhaa, ohjetta koskevat vaatimukset ovat voimassa vasta vain muutoksen voimaantulosta eteenpäin. Uusissa määräyksissä ei ole tehty viittauksia, joiden perusteella ohjetta koskevat määräykset koskisivat vanhoja käytössä olevia rakennuksia, joten tilanteen pitäisi niiden osalta säilyä samana.

Tässä vaiheessa on tehtävä myös huomautus, että rakennusmääräyksessä A4 on poikkeamia ajantasaisiin määräyksiin verrattuna. Nykyisen lainsäädännön mukaan lain 134 § neljäs momentti ja asetuksen 66 § on kumottu kokonaan. Näihin asioihin viittaavat tietyt rakennusmääräyksessä annetut määräykset ja ohjeet. Tilanteeseen on todennäköisesti tulossa muutos, sillä ympäristöministeriön mukaan parhaillaan on meneillään rakentamista koskevien asetusten uudistaminen, jonka on määrä valmistua vuoteen 2018 mennessä. Nykyisin voimassaolevia rakennusmääräyksiä voidaan noudattaa sillä aikaa. (Ympäristöministeriö 2014) Toinen päivitystä kaipaava asia on sähkölaitteistojen hoito ja kunnossapitoa käsittelevä ST - kortti 96.01, jonka väitetään olevan ST - kortiston tietojen mukaan voimassa (Sähkötieto ry 2016, 8). Myös siinä viitataan vanhaan maankäyttö- ja rakennusasetuksen (895/1999) 66 § ja rakennusmääräyskokoelman osaan A4.

Ministeriön saatua mahdolliset muutokset valmiiksi myös nämä tiedot olisi hyvä päivittää. Edellisten mainintojen lisäksi asetuksen kohdalla lähteeksi on virheellisesti merkitty maankäyttö- rakennuslaki (132/1999).

### 3.3 Sähkölaitteiston turvallisuus

Huolto- ja kunnossapitoon liittyvissä toimissa pyrkimyksenä on pitää laitteet ja laitteistot toimintakuntoisina ja turvallisina. Siksi on huomioitava turvallisuudelle asetetut vaatimukset, jotta riittävä turvallisuustaso voidaan säilyttää. Sähköturvallisuuslaissa (410/1996) määritellään sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat perusedellytykset. Näistä tärkeimpänä voidaan pitää turvallisuusvaatimusta, jonka mukaan sähkölaitteesta tai -laitteistosta ei saa aiheutua vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Muut vaatimukset koskevat laitteiden ja laitteistojen sähköisiä ja sähkömagneettisia häiriöitä. Laitteen tai laitteiston toiminta ei saa häiriintyä tällaisten häiriöiden takia eivätkä ne saa tuottaa kohtuuttomasti tällaisia häiriöitä. (410/1996, 5 §) Nopealla silmäyksellä nämä vaatimukset eivät välttämättä liity toisiinsa. Häiriöiden seurauksena laite tai laitteisto voi kuitenkin toimia odottamattomasti, jonka seurauksena voi aiheutua vaaratilanne tai vahinko. Siksi kaikkia kohdat ovat tärkeitä turvallisuuden kannalta eikä niitä voida jättää huomioimatta.

Edellisessä kappaleessa esitettyjen vaatimusten lisäksi sähkölaitteiston tulee täyttää sähkölaitteiston turvallisuutta käsittelevän lain (1193/1999) liitteenä olevat kriteerit huomioonottaen Suomessa vallitsevat olosuhteet ja asennustavat. Liitteessä on esitetty 24 oleellista turvallisuusvaatimusta, jotka sähkölaitteiston tulee täyttää. Liitteessä on annettu vain kourallinen yleisluontoisesti esitettyjä vaatimuksia, joiden sitten olisi tarkoitus soveltua hyvin erilaisille ja kokoisille sähkölaitteistoille. Lisäksi monien asioiden katsotaan liittyvän enemmän laitteiston suunnitteluun ja rakennukseen kuin huoltoon ja kunnossapitoon. Liitteenä olevien tietojen perusteella voidaankin yrittää selvittää myös suunnittelu- ja asennusvirheitä, mutta sähkölaitteiston on läpäistävä kattavat tarkastukset ennen käyttöönottoa, joten vakavien virheiden todennäköisyyttä voidaan pitää hyvin pienenä. Tilanne voi olla tietenkin toisenlainen, jos tarkastuksia ei ole suoritettu. Luotettavammassa tilanteessa on varmasti järkevämpää keskittyä huolehtimaan sähkölaitteiston toimintakunnon ja turvallisuuden säilyttämisestä. Siinä tapauksessa tietoja on hyödynnettävä huolto ja kunnossapitotoimien määrittelyssä.

Liitteen vaatimukset on mahdollista täyttää myös toisella tavalla. Jos laitteiston suunnittelussa, rakennuksessa, ja korjauksessa sovelletaan tiettyjä vahvistettuja standardeja tai julkaisuja, edellä mainitut turvallisuusvaatimukset katsotaan täytetyiksi. (1193/1999, 3 §) Tämän vaihtoehdon käyttämisestä on syytä pohtia. Standardeissa ja julkaisuissa aihetta käsitellään yleensä laajemmin ja yksityiskohtaisemmin. Siksi tämän työn laadinnassa pyritään hyödyntämään kaikkia vaihtoehtoja tarpeiden mukaisesti. Standardien käyttö ei kuitenkaan ole periaatteessa pakollista, ellei määräyksissä erityisesti velvoiteta niitä käyttämään (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Usein kysyttyä). Turvallisuusvaatimusten täyttämiseen soveltuvien standardien vahvistamisesta ja luetteloinnista vastaa sähköturvallisuusviranomainen (kyseisellä viranomaisella tarkoitetaan Turvallisuus- ja kemikaalivirastoa (Tukes) (410/1999, 4 §)) (1193/1999, 4 §). Kyseinen luettelo on julkisesti saatavilla Turvallisuus ja kemikaaliviraston nettisivuilla.

Tässä luvussa käsiteltyjen vaatimusten täyttymisestä on varmistuttava erilaisten tarkastusten avulla. Ennen kuin sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön, sille täytyy suorittaa käyttöönottotarkastus. Tämän jälkeen suoritetaan varmennustarkastus, mikäli laitteisto luokitus sitä vaatii. Kun laitteisto on läpäissyt nämä tarkastukset, se voidaan ottaa käyttöön. Varsinaisen käytön aikana tietynlaiselle laitteistolle on suoritettava määrätyin välein määräaikaistarkastus. Tarkastuksien sisältöä käsitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

### **3.3.1 Käyttöönottotarkastus**

Sähkölaitteisto täytyy aina tarkastaa ennen varsinaista käyttöönottoa. Määräyksen mukaan laitteiston katsotaan käyttöönotetuksi kun siihen kytketään jännite sen käyttöä varten. Tähän määritelmään kuuluu poikkeus, jonka mukaan valvottuja käyttötilanteita ei katsota käyttöönotoksi, jos ne ovat tarpeellisia laitteiston testauksessa tai käyttöönottoon liittyvässä tarkastuksessa. (410/1996, 16 §)

Itse tarkastuksen tavoitteena on varmistaa laitteiston turvallisuus niin, että siitä ei aiheudu sähköturvallisuuslain (410/1996) 5 § tarkoitettua vaaraa tai häiriötä (517/1996, 3§). Tässä kohtaa havainnoidaan, että laki puhuu ainoastaan laitteiston häiriön aiheuttamisesta. Sen takia voidaan tulkita, että käyttöönottotarkastuksessa ei tarvitsisi selvittää

ovatko laitteet alttiita häiriöille. Molemmat tapaukset (alttius ja aiheutus) pitäisi olla kuitenkin huomioituna laitteiston suunnittelu ja rakennusvaiheessa. Siksi on hyvin epätodennäköistä ja -loogista, että toinen asia jätettäisiin kokonaan huomioimatta. Pahimpien häiriöiden vaikutuksen ja olemassaolon oletetaan näkyvän laitteiden toiminnassa, joten nämä tapauksen saadaan jollain tasolla selville laitteiston toimintakokeissa. Varsinaisia toimenpiteitä ei käsitellä määräyksissä, joten tarkastuksen sisällön laadinnassa on hyödynnettävä muita keinoja. Esimerkiksi standardissa SFS 6000 on käsitelty pienjänniteasennuksien käyttöönottotarkastuksen tarkempaa sisältöä. Sen mukaan tarkastus perustuu yksinkertaistettuna astinvaraisiin havaintoihin, mittauksiin sekä toiminnallisiin kokeisiin ja testauksiin. (SESKO ry 2012, 361) Vertailun vuoksi todetaan, että standardin SFS 6001 mukaan suurjännitelaitteiston vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa samankaltaisilla toimenpiteillä, ainoastaan varmennettavat asiat poikkeavat laitteiston luokituksen mukaisesti. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2015, 102) Mikäli tarkastuksissa havaitaan, että vaatimuksenmukaisuutta ei pystytä osoittamaan, kyseistä sähkölaitteistoa ei saa ottaa käyttöön.

Sähköturvallisuusmääräykset eivät rajoita suoraan sitä kuka käyttöönottotarkastuksen saa suorittaa. Sen takia pitää tarkastaa mitä pätevyysvaatimuksia tarkastuksen suorittamiseen voi liittyä ja selvittää sitä tarvitaanko suorittajalta erityispätevyyksiä. Lisäksi hänellä tulisi olla vahva ymmärrys kyseiseen sähkölaitteistoon liittyvistä vaatimuksista, jotta hän voi suorittaa esimerkiksi astinvaraiset tarkastukset riittävän luotettavasti. Määräyksissä selvennetään puolestaan kenellä on vastuu tarkastuksen suorittamisesta. Niiden mukaan ensisijainen velvollisuus käyttöönottotarkastuksen huolehtimisesta on sähkölaitteiston rakentajalle. (410/1996, 19 §)

Tarkastuksen jälkeen on tapauksesta riippuen laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja, joka luovutetaan sähkölaitteiston haltijalle. Pöytäkirjassa tuodaan ilmi vähintään seuraavat tiedot: kohteen yksilöintitiedot, onko sähkölaitteisto määräyksiä ja säännöksiä mukainen, käytettyjen tarkastusmenetelmien yleiskuvaus sekä tarkastusten ja testausten lopputulokset. Kun pöytäkirja on saatu valmiiksi, tarkastuksen suorittajan täytyy vielä allekirjoittaa se ennen luovutusta. (517/1996, 4 §) Sähkölaitteiston haltijan on vain huolehdittava, että hän on saanut pöytäkirjan ja voi sen perusteella ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin. Asianmukaista pöytäkirjaa ei aina edellytetä, mutta tarvittaessa testauksien tulokset täytyy toimittaa sähkölaitteiston haltijalle. Sähkölaitteiston käyttöönottoa ja käyttöä koskevan lain (517/1996) 4 § on eritelty tarkemmin nämä poikkeustapaukset.

### 3.3.2 Varmennustarkastus

Käyttöönottotarkastuksen lisäksi uusille luokkien 1 - 3 sähkölaitteistoille täytyy suorittaa ennen varsinaista käyttöönottoa varmennustarkastus, jolla varmistetaan laitteiston sähköturvallisuus. Tarkastus voidaan korvata myös sähkölaitteiston rakentajan varmennustodistuksella, jos kyseessä ei ole 3a luokan sähkölaitteisto. (517/1996, 8 §) Varmennustarkastusvelvollisuus voi koskea myös kyseistä laitteistoa koskevia muutostöitä. Kuntokadun sähkölaitteiston todettiin luvussa 3.2 kuuluvan luokkaan 2c, joten sitä koskee varmennustarkastus velvollisuus. Laitteiston luokituksen perusteella tämä voidaan korvata myös edellä mainitulla todistuksella. Laitteisto on otettu käyttöön, joten sille on jo täytynyt suorittaa asianmukainen tarkastus tai rakentaja on myöntänyt sille varmennustodistuksen. Tulevaisuudessa laitteistoon kohdistuvien muutosten takia tarkastus voidaan joutua suorittamaan uudestaan. Tarkastusta ei kuitenkaan vaadita, jos muutostyö ei edellytä käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa tai muutostyö täyttää sähkölaitteistojen käyttöönottoa ja käyttöä koskevan lain (517/1996) 5 § esitetyt kriteerit. (517/1996, 5 §) Jos tarkastus täytyy suorittaa, se tulee normaalisti suorittaa ennen varsinaista käyttöönottoa. Poikkeuksellisesti luokan 1 ja 2 laitteistoilla tarkastus voidaan suorittaa myös kolmen kuukauden sisällä käyttöönotosta (517/1996, 7§). Tämä antaa hieman liikkumatilaa koulun sähkölaitteiston suhteen, mutta turvallisuuden kannalta asian suhteen ei kannata viivästellä ellei asiaan ole pätevää syytä.

Varmennustarkastuksessa sisältö koostuu pistokokeista tai muilla soveltuvilla menetelmillä suoritettavista toimenpiteistä, joilla asetetun sähköturvallisuus tason täytyminen varmistetaan. Lisäksi varmistetaan, että laitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus. (517/1996, 6 §) Tämä voidaan helpoiten todistaa käyttöönottotarkastusta koskevalla pöytäkirjalla. Sähkölaitteiston haltijan on siksi huolehdittava, että pöytäkirja on olemassa ja se on helposti saatavilla kun sitä tarvitaan.

Käyttöönottotarkastuksesta poiketen laeissa on määritelty tarkasti kuka varmennustarkastuksen saa suorittaa. Tarkastusten suorittaminen on luvanvaraista toimintaa, jota voivat hoitaa sähköturvallisuusviranomaisen (Tukes) hyväksymät ja nimeämät valtuutetut tarkastajat ja valtuutetut laitokset. Tarkastajan valtuuksia on hieman rajattu verrattuna laitokseen. Hän voi suorittaa tarkastuksen samoille laitteistoille kuin laitos, pois lukien



vain luokan 3a laitteistot (517/1996, 8 §). Molemmat voivat siis toimia koulun sähkölaitteiston tarkastajina. Tarkastuksen suorittajalle on annettu oikeus ja velvollisuus määrätä laitteisto uudelleen tarkastettavaksi, jos siinä on havaittavissa vakavia puutteita. Tämän jälkeen on kolme kuukautta aikaa hoitaa puutteet kuntoon. (410/1996, 30 §) Sähkölaitteiston rakentajalle myönnettävästä varmennusoikeudesta päättää myös sähköturvallisuusviranomainen (Tukes), joten rakentajan tarjotessa varmennustodistusta on huolehdittava, että hänellä on oikeus sen myöntämiseen. (410/1996, 17 §; 410/1996, 22 §)

Tarkastuksen tai varmennuksen suorittajan on laadittava tarkastuksesta tai varmennuksesta todistus, joka sisältää vähintään seuraavat tiedot: kohteen yksilöinnin, käytetyn tarkastusmenetelmän sekä selvityksen siitä onko sähkölaitteisto säännösten ja määräysten mukainen. Kun todistus on saatu valmiiksi, tarkastuksen suorittaja allekirjoittaa sen ja luovuttaa sen sähkölaitteiston haltijalle. (517/1996, 9 §) Haltijan on tämän jälkeen huolehdittava todistuksen arkistoinnista, jotta hän voi tarvittaessa osoittaa laitteistonsa lainmukaisuuden. Samalla haltija voi tarkastaa pöytäkirjan tiedot, jos hän epäilee pöytäkirjan tai tarkastuksen sisältöä. Todistuksen laadinnan ja luovutuksen lisäksi tarkastuksesta on määrätyissä tapauksissa tehtävä ilmoitus joko sähköviranomaiselle tai jakeluverkonhaltijan rekisteriin, jonka vastuualueella sähkölaitteisto sijaitsee (410/1996, 18 §). Koulun sähkölaitteiston luokituksen perusteella ilmoitus tehdään sähköturvallisuusviranomaiselle (517/1996, 17 §). Ilmoituksen suorittamisvastuu on normaalisti tarkastuksen suorittajalla (410/1996, 19 §).

### **3.3.3 Määräaikaistarkastus**

Sähkölaitteistoille täytyy suorittaa käytön aikana määräaikaistarkastus määrätyin välein. Nämä aikataulut on määritelty laitteiston luokittelun perusteella. Tarkastusväli on luokan 1 laitteistolla viisitoista vuotta, luokan 2 laitteistolla kymmenen vuotta ja luokan 3 laitteistolla viisi vuotta. (517/1996, 12 §) Luvussa 3.2 koulun sähkölaitteiston luokituksiksi määriteltiin 2c, joten sille täytyy järjestää määräaikaistarkastus kerran kymmenessä vuodessa. Määräaikaistarkastuksen päätavoitteena on selvittää ja varmistaa, että sähkölaitteiston käyttö on turvallista. Lisäksi tavoitteena on huolehtia turvallisuutta tukevien toimien ja edellytysten olemassaolosta. Sähkölaitteiston käyttöönottoa ja käyttöä koskevan lain mukaan tarkastuksessa tulee varmistua seuraavista asioista:

- 1) sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapitosuunnitelman mukaiset toimenpiteet;
- 2) sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä
- 3) sähkölaitteiston laajennus ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat. (517/1996, 13 §)

Laissa annetaan määräaikaistarkastukselle tiettyjä sisällöllisiä vaatimuksia, joita tarkastusta tehdessä ei voi ohittaa. Tätä kautta sähkölaitteiston käytöstä vastaavan on huolehdittava vähintään näiden asioiden ylläpidosta ja olemassaolosta. Edellisten kriteerien toteutumisesta on huolehdittava riittävällä laajuudella suorittamalla pistokokeita tai käyttämällä hyväksi muuta soveltuvaa tapaa (517/1996, 13 §). Kuvatut toimintatavat ovat varsin yleisluontoisia ja harkinnanvaraisia, joten tarkastusmenetelmät eivät välttämättä ole yhteneviä eri tarkastajien kesken ja tulokset voivat hieman vaihdella. Siksi yhden asian tahaton laiminlyönti ei välttämättä tule ilmi kaikissa tarkastuksissa. Tämä vuoksi ei riitä, että tarkastuksessa vaaditut edellytykset pelkästään huomioidaan vaan niistä on pyrittävä huolehtimaan mahdollisimman hyvin. Jotta tätä varten vaatimukset saadaan otettua huomioon riittävän tarkasti, käsittelyyn ja arviointiin on hyvä ottaa avuksi määräaikaistarkastuksen suorittamista käsittelevät suositukset. Näistä yksi on ST - kortti 51.23, jossa annetaan tarkemmin tietoa ja ohjeita tarkastuksen sisällön ja laajuuden määrittelyyn sekä sen suorittamiseen käytännössä. Sen mukaan tarkastuksen laajuus määritellään aina tapauskohtaisesti. Esimerkiksi huolto- ja kunnossapito-ohjelman puuttuminen tekee tarkastuksesta kattavamman. Jos sähkölaitteiston haltija puolestaan haluaa tarkastuksesta erityistä lisäarvoa, hänen täytyy ilmaista tahtonsa tarkastus toimeksiannon sisällön määrittelyssä. (Kauppila 2012, 5) Erityisen tärkeinä voidaan pitää myös ohjeita liittyen sähköturvallisuuden arviointiin sekä vaatimuksia liittyen sähkölaitteiston hoitoon, käyttöön ja kunnossapitoon (Kauppila 2012, 11). Niistä on apua huolto- ja kunnossapito-ohjelman sisällön luonnissa ja arvioinnissa.

Tarkastuksen suorittajaa koskevat samat säännöt kuin varmennustarkastusta eli määräaikaistarkastuksen voivat suorittaa sähköturvallisuusviranomaisen nimeämät valtuutetut laitokset tai valtuutetut tarkastajat. Tarkastajaa koskee samanlainen rajoitus eli hän ei voi suorittaa tarkastusta 3a luokan sähkölaitteistolle. (517/1996, 14 §) Näin ollen myös koulun määräaikaistarkastuksen voivat suorittaa molemmat tahot. Tarkastuksen suorit-

tajalla on sama velvollisuus myös tämän tarkastusta koskien eli laitteiston määrättävä uudelleen tarkistettavaksi, jos siinä on havaittavissa vakavia puutteita. Tämän jälkeen puutteiden korjaamiseen on kolme kuukautta aikaa, koska uusinta tarkastus on suoritettava viimeistään silloin. (410/1996, 30 §)

Muiden tarkastuksien tapaan myös määräaikaistarkastuksesta laaditaan asianmukainen pöytäkirjan, jossa yksilöidään tarkastusta koskevat tiedot ja ilmoitetaan sähköturvallisuuteen liittyvistä puutteista (517/1996, 15§). Valmis pöytäkirja allekirjoitetaan tarkastuksen suorittajan toimesta ja luovutetaan sähkölaitteiston haltijalle. (517/1996, 15 §) Jos pöytäkirjaan on merkitty puutteita, haltijan on ryhdyttävä toimenpiteisiin, jolla ne saadaan korjattua. Varmennustarkastuksen tavoin tarkastuksesta on tehtävä tietyssä tapauksessa vielä ilmoitus joko sähköturvallisuusviranomaiselle tai sen jakeluverkonhaltijan rekisteriin, jonka vastuualueella sähkölaitteisto sijaitsee (410/1996, 18§). Se on tehtävä esimerkiksi silloin kun laitteistossa havaitaan vakavia puutteita (410/1996, 30 §). Ilmoituksen tekeminen noudattaa samoja ehtoja varmennustarkastuksen kanssa eli ilmoitus tehdään koulun laitteiston osalta sähköturvallisuusviranomaiselle (517/1996, 17 §). Ilmoituksien tekemisestä huolehtii normaalisti tarkastuksen suorittaja (410/1996, 19 §).

### **3.4 Huolto- ja kunnossapitotöiden edellytykset**

Ennen kuin sähkölaitteiden ja -laitteiston liittyvät huolto- ja kunnossapitotoimet voidaan aloittaa, on huolehdittava, että perusedellytykset ovat kunnossa. Sähköturvallisuusmääräyksissä käsitellään kahdenlaisia töitä: sähkö- ja käyttötöitä. Sähkötöiksi luokitellaan sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotyö sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotyöt. Käyttötöihin puolestaan luetaan kuuluvan laitteiston käyttötoimenpiteet, niihin verrattavat huolto ja korjaustyöt sekä erilaiset laitteistoa koskevat tarkastustoimet. (516/1996, 1 §) Ensimmäinen havainto on, että käyttötöihin ei kuulu sähkölaitteet eli toisin sanoen laitteistoon kuulumattomilla sähkölaitteilla tehtävät toimenpiteet eivät kuulu käyttötöihin. Molemmista määritelmistä nähdään, että ne liittyvät huoltoon ja kunnossapitoon ja sen takia on huomioitava niitä koskevat edellytykset. Sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaan sähkö- ja käyttötöitä saa tehdä seuraavilla edellytyksillä:

- 1) töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (töiden johtaja);
- 2) itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito; sekä
- 3) käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset. (410/1996, 8 §)

Töiden aloittaminen edellyttää siis asianmukaista henkilöstöä ja asianmukaisia toimintaa tukevia asioita. Ennen johtajan nimeämisessä on huomioitava millaisesta työstä on kyse. Sähkötöitä varten on nimettävä sähkötöiden johtaja ja käyttötöitä varten käytön johtaja. Näistä kahdesta käytön johtaja on nimettävä vain tapauksessa, jossa sähkölaitteiston luokitus sitä vaatii. Muitakin poikkeuksia on olemassa. Johtajaa ei myöskään edellytetä määritellyissä tapauksissa kertaluontoisissa töissä tai niissä töissä joissa sähköturvallisuuslain 5 § mukainen vaara ja häiriö ovat vähäisiä (410/1996, 8 §). Määräyksissä annetaan tarkentavia rajoituksia vain sähkötöiden johtajan suhteen ja nämä poikkeukset on annettu sähköalan töitä käsittelevän lain (516/1999) 2 §. Kun johtaja joudutaan nimeämään, hänen kohdallaan on huomioitava pätevyyttä ja palvelussuhdetta koskevat vaatimukset. Sähkötöiden johtajalla on oltava riittävä pätevyys töiden johtamiseen ja hänen on oltava sähkötyö toimintaa harjoittavan palveluksessa. Vastaavasti myös käytön johtajalla on oltava riittävä pätevyys käyttötöitä varten, mutta hänen on oltava joko sähkölaitteiston haltija tai tämän palveluksessa. Käytön johtaja voi olla myös toisen tahon palveluksessa, jos tällä taholla on haltijan kanssa olemassa sähkölaitteistoa kunnossapitosopimus. (410/ 1996, 9 §; 516/1996, 3 §) Johtajia nimetessä sähkötöiden johtaja on oltava nimettynä jo ennen töiden aloittamista. Käytön johtajan suhteen annetaan hieman liikkumavaraa, mutta hänet on nimettävä viimeistään kolmen kuukauden kuluttua laitteiston käyttöönotosta. Jos vanha johtaja joudutaan korvaamaan uudella, nimeämisaikataulu on molemmissa tapauksissa sama eli kolme kuukautta. (516/1996, 7 §) Niin uusissa kuin muuttuvissa tapauksissa nimeämisistä on tehtävä asianmukainen ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle. Käyttötöihin liittyen riittää asianmukainen ilmoitus käytön johtajasta kolmen kuukauden sisällä sähkölaitteiston käyttöönotosta, mutta sähkötöiden osalta on tehtävä kattava ilmoitus ennen töiden aloittamista. (410/1996 12 §; 516/1996, 26 ja 27 §)

Johtajan nimeämiseen ja itsenäisesti töitään valvovaan ja suorittavan henkilön pätevyksiä voidaan arvioida vertaamalla hänen koulutustaustaa ja työkokemusta sähköalan annettuihin pätevyys määritelmiin. Töihin liittyvästä viimeisestä kohdan mukaisista asioista huolehtii tapauksesta riippuen toiminnanharjoittaja tai sähkölaitteiston haltija. Tätä ei ole määritelty missään, mutta nämä asiat on hoidettava kuntoon mikäli haltijan tai toimeksiantajan alaisuudessa halutaan tehdä sähkö- tai käyttötöitä. Jos haltijalla ei ole olemassa käytön johtajuutta koskevaa kunnossapitosopimusta ulkoisen tahon kanssa, hän huolehtii käytön johtajan nimeämisestä. Käytön johtaja puolestaan ei voi aloittaa käyttötöitä ennen kuin riittävät edellytykset ovat kunnossa.

### **3.4.1 Kuntokadun kampusta koskevat vaatimukset**

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaitteisto kuuluu luokitukseen 2c luvun 3.2 mukaan. Näin ollen sähkölaitteistoon kuuluu yli 1000 V nimellisjännitteisiä osia ja käyttötöitä varten koulun palveluksessa täytyy olla laitteiston käyttötöistä vastaava käytön johtaja, jolla tulee olla riittävä pätevyys tai vaihtoehtoisesti käytön johtajuus hoidetaan sähkölaitteiston koskevan kunnossapitosopimuksen avulla. (516/1996, 3 §) Sähkölaitteiston koko voi kuitenkin estää jälkimmäisen vaihtoehdon käyttämistä. Sitä voidaan käyttää vain siinä tapauksessa kun sähkölaitteistoon kuuluu korkeintaan kolme 20 kV nimellisjännitteistä muuntamoaa tai kolme sellaiseen verrattavaa yli 1000 V nimellisjännitteistä kytkinlaitosta. Koululla on tällä hetkellä olemassa juuri kolme muuntamoaa, joten jälkimmäinen vaihtoehto on vielä hyödynnettävissä. Käytön johtajaksi valitulla henkilöllä täytyy olla riittävä pätevyys tehtäviensä hoitamiseen. Koulun tapauksessa käytön johtajalta edellytetään sähköpätevyyttä 1, koska kyseessä olevan sähkölaitteiston nimellisjännite on yli 1000 V vaihtojännitteellä. Pätevyydeksi riittää myös rajoitettu sähköpätevyyden 1, koska laitteiston nimellisjännite on korkeintaan 20kV. (516/1996, 12 §)

Luokan 2c sähkölaitteistoon luetaan kuuluvaksi myös samalla alueella olevat saman haltijan muut sähkölaitteistot kuten kiinteistön sisäinen jakeluverkko sekä rakennukset ja ulkoalueet, joissa on käytössä enintään 1000 V laitteistoja (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, 3). Näin ollen kiinteistön 2c luokan sähkölaitteiston käytön johtajan katsotaan samalla olevan myös siihen kuuluvien korkeintaan 1000 V laitteistojen käytön

johtaja. Yhdellä käytön johtajan vastuulla voi siis olla hyvinkin suuri laitteisto. Tampereen ammattikorkeakoululla sähkölaitteiston käytön johtajuus on kuitenkin päätetty jakaa kahteen osaan. Kiinteistön pääasiallinen käytön johtajan tehtäviä hoitaa rajoitetun sähköpätevyyden 1 oikeuksilla Hannu Kurkinen. (Blom 2013, 10) Hänen vastuulle kuuluvat keskijännitelaitteisto ja sekä kiinteistön sähkönjakelu. Hänen tehtävistään on siirretty sähkölaitteiston osat, jotka kuuluvat opetus- ja laboratoriotiloihin. Kurkinen työskentelee päätoimisesti HK Sähkössä, joten hän ei ole jatkuvasti läsnä koululla. Tämän seurauksena laitteiston osat, jotka voivat vaatia läsnäoloa, on päätetty siirtää toiselle käytön johtajalle. Opetus- ja laboratoriolaitteet kuuluvat alle 1000 V nimellijännitteeseen vaihtojännitettä käyttävään laitteistoon, joten niiden käytön johtajan pätevyydeksi riittää sähköpätevyys 2. Toisena käytön johtajana toimii sähköpätevyys 2 oikeuksilla Jarmo Lehtonen. (Blom 2013, 10)

Koululla suoritetaan myös päivittäin sähkötöitä oman henkilökunnan toimesta. Toisin sanoen koulu toimii toiminnanharjoittajana, joka suorittaa sähkötöitä. Tällainen toimintaa varten tarvitaan sähkötöiden johtaja. Hänellä täytyy, käytön johtajan tapaan, olla riittävä pätevyys töiden hoitamiseen. Koulun päivittäiset huolto ja kunnossapitotoimpiteistä liittyvät alle 1000 V sähkölaitteisiin ja -laitteistoon. Tämän seurauksena ei tarvita sähköpätevyyttä 1 vaan riittää sähköpätevyys 2. (516/1996, 13 §) Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötöiden johtajan tehtäviä hoitaa koulun opetus- ja laboratoriotilojen käytön johtaja Jarmo Lehtonen, joten hänen vastuullaan on sekä käytön johtajan että sähkötöiden johtajan velvollisuudet. Tämän myötä koululla voidaan tehdä vain sellaisia sähkötöitä jotka kuuluvat sähköpätevyys 2 alaisuuteen. Jos sähkötöitä halutaan tehdä yli 1000 V vaihtojännitteiselle laitteiston osalle, tarvitaan taas sähköpätevyys 1 omaava töiden johtaja. Tällaisten töiden suorittamista varten tarvitaan ulkopuolinen taho kuten urakoitsija, jonka palveluksesta löytyy tarvittavan pätevyyden omaava sähkötöiden johtaja.

### **3.5 Sähkölaitteiston haltijan vastuut**

Sähkölaitteistolla katsotaan olevan haltija, joka on laitteistokohtainen (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, 5). Sähkölaitteiston haltija on kuitenkin termi, jota ei ole sähköturvallisuusmääräyksissä määritelty. Näin ollen haltijan määrittelemisen ja sitä kautta vastuun jakaminen eivät välttämättä onnistu yksiselitteisesti. Epäselvässä tilanteessa on

hyvä käyttää apuna esimerkiksi sähköturvallisuusviranomaisen antamia ohjeita. Tällöin päätöstä voidaan pitää luotettavampana ja osapuolien kannalta suhteellisen puolueettomana. Viranomainen sanoo ohjeissaan, että yleisolettamuksena kiinteistössä sähkölaitteiston haltijaksi katsotaan kiinteistön omistaja, ellei hän pysty ilmaisemaan toisin (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, 8). Tämä tarkoittaisi sitä, että Kuntokadun kampuksen kiinteistöjen omistaja, Tampereen ammattikorkeakoulu Oy, olisi näin ollen myös niiden sähkölaitteistojen haltija (Blom 2009, 7). Tilanne voi olla toinen esimerkiksi tilanteessa, jossa kiinteistön sähköjakeluverkon haltijan laitteistoon liittyy vuokralaisen sähkölaitteisto. Vuokralaisen voidaan tällöin katsoa olevan oman laitteistonsa haltija. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, 8 - 9) Tämä tilanne vastaa jossain muodossa nykyistä koulun tilannetta, jossa Kuntokatu 4 on luovutettu Tampereen kaupungille. Vaikka tällaisessa tapauksessa laitteistoilla olisi eri haltijat, niiden voidaan katsoa kuuluvan samaan laitteistokokonaisuuteen. Siksi on tärkeää selvittää miten haltijakohtaiset vastuut jakaantuvat.

Sähkölaitteiston haltija on lain puitteissa velvollinen huolehtimaan sekä laitteistoon ja henkilöstöön liittyvistä asioista. Laitteiston osalta haltija on velvollinen huolehtimaan kahdesta asiasta: ennakoivista toimista ja korjaavista toimista. Ennakoiviin toimiin kuuluu sähkölaitteiston kunnan ja turvallisuuden tarkkailusta huolehtiminen. Jos laitteistossa tai laitteissa havaitaan turvallisuus tason alentavia puutteita tai vikoja, ne täytyy korjata riittävän nopeasti eli täytyy ryhtyä korjaaviin toimiin. (517/1996, 10 §) Laki ei rajoita tässä vaiheessa toimintatapoja, joten se antaa vapautta tarkkailua koskeviin järjestelyihin, mutta vikojen tehokas havainnointi ja nopea korjaus edellyttävät käytännössä jonkinlaisen huolto ja kunnossapito-ohjelman käyttöönottoa. Joka tapauksessa tärkeintä on määräysten noudattaminen, koska laiminlyönneistä voi aiheutua seuraamuksia. Jos haltijan sähkölaitteet, sähkölaitteistot, niiden käyttäminen tai niiden huoltaminen eivät noudata sähköturvallisuuslakia tai sen pohjalta annettuja määräyksiä ja säännöksiä, sähköturvallisuusviranomainen (Tukes) on velvollinen puuttumaan asiaan. Viranomainen kehottaa haltijaa korjaamaan puutteet ja laiminlyönnot tietyn aikaikkunan puitteissa. Jos haltija ei jostain syystä pysty tähän, kyseinen laite tai laitteisto on asetettava käyttökieltoon ja tilanteen mukaisesti erotettava sähköverkosta. (410/1996, 29 §) Seuraamukset eivät siis johda kuin käyttökatkokseen, mutta sillä voi olla haitallisia vaikutuksia koulun normaaliin toimintaan. Nämä vaikutukset säilyvät sitten niin kauan kunnes viat ja puutteet saadaan korjattua. Jos tilanne hoidetaan asianmukaisesti ennakkoinnin ja nopeiden korjaus toimien kautta, ylimääräisiltä ja odottamattomilta katkoksilta vältytään.

Monet aikaisemmissa luvuissa käsitellyt asiat kuuluvat tai niiden voidaan katsoa kuuluvan haltijan velvollisuuksiin. Huolto ja kunnossapitoon liittyviä velvollisuuksia käsitellään luvussa 3.3. Sähköturvallisuusmääräyksissä esitettyjen vaatimuksien osalta ei sanota suoraa kuka huolto ja kunnossapito-ohjelmien laadinnasta vastaa. Koska sähkölaitteiston haltija on velvollinen huolehtimaan laitteistonsa kunnosta ja turvallisuudesta ja näihin katsotaan liittyvän myös huolto ja kunnossapitotoimet, haltijan voidaan katsoa vastaavan asianmukaisten ohjelmien laadinnasta. Tämän luvun ensimmäisessä kappaleessa käsitellään sähkölaitteiston haltijaan ja yhden tulkinnan mukaan kiinteistön omistaja toimii sähkölaitteiston haltijana. Tästä voidaan johtaa seuraavanlainen lopputulos. Rakennusmääräyskokoelmassa annettujen ohjeiden mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvä olisi omistaja, mutta sitä ei täsmennetä tämän tarkemmin (Ympäristöministeriö 2000, 4). Asiayhteydestä tehdään johtopäätös, että sillä tarkoitetaan rakennuksen omistajaa rakennushetkellä. Tätä kautta hänen katsottaisiin olevan myös sähkölaitteiston haltija, ellei hän pystyisi toisin osoittamaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuutena on nykyisen lain säädännön mukaan huolehtia asianmukaisen käyttö- ja huolto-ohjeen laadinnasta, joten tätä kautta haltijan vastuulle kuuluisi tämän ohjeen laadinta. (132/1999, 117 § i) Tämä päätelmä on pätevä vain jos rakennushankkeeseen ryhtyvä ja sähkölaitteiston haltija ovat sama taho. Muussa tilanteessa ohjeen laadinnasta vastaa rakennushankkeeseen ryhtyvä.

Haltija on lisäksi velvollinen huolehtimaan luvun 3.4 mukaisista henkilöstöä koskevista nimityksistä. Jos haltijan alaisuudessa halutaan tehdä määriteltyjä sähkötöitä tai käyttötöitä, hänen tulee huolehtia asianmukaisen johtajan nimeämisestä. Nimeämisten jälkeen hänen on vielä huolehdittava johtajan työskentely edellytyksistä. Sähkötöiden ja käytön johtajan pitää pystyä johtamaan ja valvomaan käyttötöitä. Edellisen lisäksi käytön johtajan käyttöön tulee antaa tiedot sähkölaitteiston rakennus- ja korjaustöistä sekä näihin töihin liittyvistä tarkastuksista. (516/1996, 4 §) Näiden asioiden ollessa kunnossa, nimityksiä koskevat velvollisuudet ovat kunnossa ja niitä edellyttävä toiminta voidaan aloittaa. Sitä ennen on vielä huolehdittava vielä, että luvussa 3.4 mainitut sähkö- ja käyttötöitä koskevat edellytykset ovat kunnossa. Niiden täyttäminen ei suoraan ole haltijan vastuulla, mutta ne on oltava kunnossa, jos haltijan alaisuudessa halutaan tehdä kyseisiä töitä.



Edellisissä kappaleissa käsitellyt asiat ovat normaalitilanteessa haltijan vastuulla. Haltija voi poikkeuksellisessa tilanteessa joutua hoitamaan toisen tahon vastuulla olevia asioita. Luvussa 3.3.1 - 3.3.3 käsitellään sähkölaitteistojen käyttöön ja käyttöönottoon liittyy vielä tarkastuksia. Laitteiston käyttöönottoon liittyvien tarkastuksien järjestämisestä ja laitteistoa koskevan ilmoituksen tekemisestä vastuu on normaalissa tilanteessa sähkölaitteiston rakentajalla. Jos tämä kuitenkin on estynyt huolehtimaan näistä asioista tai jostain syystä laiminlyö niiden hoitamisen, vastuu niistä siirtyy sähkölaitteiston haltijalle. Varmennus ja määräaikaistarkastuksien osalta haltija voi tapauskohtaisesti joutua ilmoituksen tekijäksi, jos alkuperäinen tarkastaja ei huolehdi tai ei pysty huolehtimaan ilmoituksen tekemisestä. Tällaisessa tapauksessa haltijan on muistettava tarkastajan suorittajaa koskevat vaatimukset. Näiden asioiden vuoksi haltijan on erittäin suositeltavaa seurata sähkölaitteistonsa valmistumista, etenkin loppusuoralla. Näin laitteistonsa turvallisuus voidaan varmistaa jo alkuvaiheessa ja laiminlyönnistä aiheutuvat seuraukset voidaan välttää. Poikkeustilanteiden lisäksi haltija on velvollinen huolehtimaan varsinaisen käytön aikana asianmukaisen määräaikaistarkastuksen järjestämisestä määrätyn välein. (410/1996 19 § ja 20 §)

## 4 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN LAADINTA

### 4.1 Lähtökohdat ja tavoitteiden asettelu

Sähkölaitteiston rakenne voivat vaihdella suurestikin erilaisten kohteiden välillä. Jokaisen kohteen sähkölaitteisto suunnitellaan ja toteutetaan juuri kyseisen kohteen tarpeita varten, joten niiden huolto ja kunnossapito tarpeet ovat omanlaisiansa. Tiedetyt toimenpiteet eivät ole riittäviä toisessa kohteessa ja toisessa niiden katsotaan olevan ylimääräisiä. Tämän vuoksi käytännössä vain hyvin samankaltaisissa kohteissa toimenpiteet voivat olla suoraan sovitettavissa toisiinsa. Tällaisessakin tapauksessa on muistettava oman kohteen tarpeet ja hyödynnettäviä tietoja on käytettävä muokkaamaan tilanteen vaaties-  
sa.

Huolto- ja kunnossapitosuunnitelman laadinta onkin käytännössä aloitettava tutustumalla toimeksiantoon ja katsottava mitä tavoitteita ja toiveita siellä on esitetty. Niiden toteuttaminen ja kohteen tarpeiden huomioiminen tarvitsevat tuekseen erilaisia tietoja. Tämän työn kohdalla tiedonkeruu aloitettiin toimeksiannon yhteydessä luovutetusta kansioista ja sähköisessä muodossa toimivasta keskeneräisestä ohjelmasta. Näissä lähteissä oli hyvin erilaisia tietoja. Kansion sisälsi erilaisista lähteistä koottuja tietoja liittyen huoltoon ja kunnossapitoon. Tiedoista osa oli laadittu koulun toimesta kun taas osa niistä oli koottu esimerkiksi erilaisten urakoitsijoiden aiheita koskevista tiedoista. Koulun laatimista tiedoista saatiin kasattua kohdetta koskevia lähtötietoja kuten esimerkiksi koulun perustiedot ja sähkölaitteiston perustiedot. Muita tietoja hyödynnettiin varsinaisen työn rakenteen suunnittelussa ja esimerkiksi huolto - ja kunnossapitotehtävien laadinnassa. Sähköisestä ohjelmasta saatiin kuva siitä millainen sen rakenne on ja millaisia tietoja se jo sisälsi. Kansion ja ohjelman tietojen avulla suunnitelman laadinta pääsi hyvin vauhtiin, mutta Kuntokadun sähkölaitteistoa koskevia olivat vähäisiä ja puutteellisia. Siksi tiedonkeruussa keskityttiin seuraavaksi sähkölaitteiston rakenteen selvittämiseen. Tätä voidaan pitää tärkeänä lähtökohtana missä tahansa kohteessa, koska näiden tietojen avulla laitteiston eri osat voidaan myöhemmin jakaa omiksi huolto ja kunnossapitotehtäviksi. Mitä tarkemmin laitteistoon kuuluvat osat selvitetään, sitä tarkemmin voidaan selvittää myös näihin osiin liittyvät huolto ja kunnossapito tarpeet. Samalla turvallisuustason voidaan katsoa parantuvan. Näiden tietojen jälkeen katsottiin oleellis-

ten tarpeellisten olevan kasassa ja sitä kautta suunnitelman varsinainen laadinta pystyttiin aloittamaan.

Ennen sitä on vielä suositeltavaa asettaa tavoitteita. Niiden avulla on mahdollista ohjata suunnitelman laadintaan haluttuun suuntaan. Tavoitellun kohteena voi olla itse suunnitelma ja sen sisältö tai mitä suunnitelmalla halutaan tavoitella. Jälkikäteen voidaan sitten arvioida miten hyvin tavoitteet ovat toteutuneet. Tälle työlle ei annettu toimeksiantossa päätavoitteiden lisäksi erityisiä tavoitteita, joten ne joudutaan asettelemaan itse. Päätavoitteet asettavat suunnitelmalle selkeän suunnan, mutta niissä ei aseta mitään tavoitteita laadun suhteen. Suunnitelman avulla huolehditaan käytännössä sähkölaitteiston turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä. Näille asioille asetetaan määräyksissä vähimmäisvaatimukset, joten otetaan tämän työn tavoitteeksi näiden vaatimusten täyttäminen. Siihen liittyen varmistetaan, että sähkölaitteiston rakenne on selvitetty riittävän tarkasti ja laitteistoa koskevat huolto ja kunnossapitotarpeet selvitetään riittävän tarkasti. Tässä vaiheessa on sisällön suhteen tehty pieni rajausta. Sen mukaisesti yksittäiset sähkölaitteet, kuten laboratoriolaitteet, jätetään suunnitelmassa huomioimatta.

Itse sisällön lisäksi asetetaan vielä tavoite suunnitelman rakennetta koskien. Tämä tarve huomattiin suunnitelman laadinnan alkuvaiheessa kun ensimmäisen versiota oltiin kaasaamassa. Silloinen suunnitelma ei ollut kovin selkeä ja sen päivittäminen olisi ollut varsin työlästä. Näin ollen tuli selväksi, että työn täytyy olla selkeä ja helppolukuinen. Kun nämä asiat ovat kunnossa, ne helpottavat merkittävästi mm. suunnitelman käsitteilyä, päivittämistä ja esittelyä. Lisäksi toimenpiteitä tekevien on helppo ymmärtää suunnitelman sisältöä ja löytää siihen liittyvät ohjeet.

Näiden tavoitteiden sijaan tai lisäksi olisi voitu asettaa tavoitteita esimerkiksi toiminnallisesta tai taloudellisesta näkökulmasta. Toiminnallisina seikkoina voidaan pitää esimerkiksi sähkölaitteiston eliniän parantamista tai käyttökeskeytyksien vähentämistä. Taloudellisia seikkoja puolestaan ovat esimerkiksi toimenpiteiden aiheuttamien kustannuksien hallitseminen ja tätä kautta esimerkiksi kokonaiskustannusten minimointi. (Autio 2003, 3) Vaikka taloudellisia tavoitteita ei asetettu, se on kuitenkin tärkeä näkökulma, joka pyritään huomioimaan tämän työn laadinnassa.

## 4.2 Sisällyksen ja rakenteen suunnittelu

Lähtökohtana suunnitelman sisällön ja rakenteen laadinnassa on huomioitava siihen liittyvät määräykset. Silloin suunnitelman ulkopuolelle ei jää tärkeitä asioita ja suunnitelman sisältöä voidaan pitää lainmukaisena. Suunnitelmaa koskevia määräyksiä käsiteltiin tässä työssä jo aikaisemmin ja niiden osalta ainoastaan luvussa 3.2 on annettu rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta koskevat määräykset voivat vaikuttaa suunnitelman sisältöön. Valmiiseen ohjeeseen on sisällytettävä luvun mukaiset perusasiat, joita voidaan pitää myös huolto- ja kunnossapitosuunnitelman sisältöön liittyvinä vähimmäisvaatimuksina. Tämän voidaan katsoa kuitenkin pätevän vain tapauksessa jossa sähkölaitteistoa koskeva huolto ja kunnossapitosuunnitelma tai sen laadinta liittyvät osaksi kyseistä ohjetta. Muussakin tapauksessa on mahdollista saavuttaa hyötyä käyttö- ja huolto-ohjetta koskevista määräyksistä. Niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi suunnitelman luotettavuusongelmien korjauksessa tai lopullisen suunnitelman arvioinnissa, jos muita riittävän luotettavia lähteitä ei ole hyödynnettävissä tai muita lähteitä ei ole jostain syystä olemassa. Jos suunnitelman laadinnassa huomioidaan joka tapauksessa kyseiset määräykset, suunnitelma voidaan tarvittaessa liittää helposti osaksi käyttö- ja huolto-ohjetta tai sitä voidaan käyttää apuna kyseisen ohjeen laadinnassa.

Muissa tapauksien osalta voitaisiin todeta, että määräyksissä ei anneta tarkentavia vaatimuksia suunnitelman sisällön suhteen. Tiettyä sähkölaitteistoa tai laitetta koskevissa määräyksissä voi kuitenkin esiintyä tarkentavia vaatimuksia, joilla katsotaan olevan vaikutusta suunnitelman sisältöön. Esimerkiksi poistumistievalaistusta käsittelevässä laissa (805/1999) vaaditaan kunnossapito-ohjelmaa, jossa on mukana tarpeelliset huoltotoimenpiteet. Näistä toimenpiteistä on lisäksi kyettävä tekemään merkintä joko itse ohjelmaan tai erilliseen päiväkirjaan. Koska tämänkaltaiset tarkennukset koskevat ainoastaan tiettyjä laitteistoja ja laitteita, näiden vaatimuksia ei ole järkevää sovittaa kattaamaan koko suunnitelmaa. Sen sijaan on viisaampaa noudattaa suunnitelman osalta yhdenlaista muotoa ja tarvittaessa tehdä määräyksissä vaaditut tarkennukset.

Määräysten huomioimisen jälkeen voidaan alkaa pohtia miten varsinaista suunnitelmaa aletaan rakentaa ja mitä siihen sisällytetään. Aloitetaan pohdinta suunnitelman yleisestä muodosta. Huoltoon ja kunnossapitoon kuuluu käytännössä erilaisia toimenpiteitä, jotka suoritetaan määrävälein. Tämän vuoksi suunnitelmaan tarvitaan varmasti jonkinlainen kohta, jossa nämä toimenpiteet ja niiden aikataulut eritellään. Toimenpiteissä voidaan

tarvita esimerkiksi valmistajan ohjeita tai tiettyjä dokumentteja, joten myös nämä olisi hyvä sisällyttää suunnitelmaan. Jotta sisällön määrittelyssä ei unohtuisi mitään tärkeitä kohtia, huomioidaan myös sisällön laadintaa koskevat suositukset. Erään suosituksen mukaan suunnitelman dokumentoinnin tulisi olla seuraavanlainen:

- kohteen yleistiedot
- hoidon ja kunnossapidon tehtäväluettelo
- hoidon ja kunnossapidon aikataulu ja seuranta ohjelma
- hoito-ohjelman aikataulu ja huoltojen sekä säännöstenmukaisten silmämääräisten katselmusten sekä mittauksen ja testauksien aikavälit
- hoito- ja kunnossapito-ohjeet, laitetoimittajien huolto-ohjeet ym.
- hoitohistoria tai huoltopäiväkirja ja suoritettavat vikakorjaukset
- yhteystiedot
- tarkastuspöytäkirjat, todistukset ja raportit
- ulkopuolisten suorittamat tarkastukset ja katselmukset
- haltijan itsensä toimesta suoritettavat tarkastukset ja katselmukset
- menettelytapa tilapäisasennuksissa
- laiteluettelo, huollettavat laitteet
- käyttöön ja hoitoon tarvittavat piirustukset ja kaaviot (Autio 2002, 2)

Tämä listaus sisältää edellä pohditut asiat, joten tältä kannalta esimerkki on kunnossa. Se sisältää myös rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen kuuluvia asioita kuten yleis-tiedot (oletetaan sisältävän myös lähtötiedot), tehtävät, ja ohjeet. Ainoastaan tavoitteita ei ole erikseen listattu, mutta niiden oletetaan joka tapauksessa kuuluvan suunnitelmaan. Listausta voidaan pitää siis hyvin luotettavana ja sitä noudattamalla voidaan täyttää myös määräyksissä annettuja vaatimuksia. Listausta sisältää myös muita kohtia, joita voidaan pitää suunnitelman kannalta hyödyllisinä. Esimerkiksi laiteluettelo on erinomainen työväline, jolla voidaan hallinnoida laitekantaa. Yhteystietoihin puolestaan voidaan tallentaa vastuuhenkilöiden ja päivystyksen, jotta vikatilanteista tai toimenpiteiden suorittamisesta voidaan neuvotella. Erityisen tärkeänä voidaan pitää myös huoltopäiväkirjaa tai vastaavaa, koska sen avulla voidaan todistaa toimenpiteiden suoritukset ja seurata sähkölaitteiston käytön aikana tapahtuvia muutoksia. Esimerkiksi lisääntynyt vikatiheys voi viitata laitteiston käyttönsä loppumiseen. Muun muassa näitä kohtia voidaan pitää hyödyllisenä kohtina tätä työtä ajatellen. Käytetään siksi suositusta sisällön laadinnan apuvälineenä. Sitä ei kuitenkaan käytetä suoraan koska kyseessä on vain esimerkki ja

suunnitelma pitää rakentaa kohteen tarpeiden mukaisesti. Tämä näkökulma korostuu hyvin juuri tämän työn kohdalla, koska lopullinen versio tulee sähköiseen muotoon joka noudattaa tiettyä muotoa.

Työtä ei aleta täyttää suoraan sähköiseen muotoon vaan ensin laaditaan asiakirjamuotoinen pohja. Tämä siitä syystä, että suunnitelman sisällön ja päivityksien hallinta on tätä kautta helpompaa sähköisen ohjelman rakenteen vuoksi. Sähköisessä muodossa huolto ja kunnossapitotehtävät jaetaan erikseen talokohtaisesti, joten yksi tehtävä voi pirstoutua useaan paikkaan ja lopullinen tieto on usein piilossa monien linkkien takana. Tämä johtaa helposti sekalaiseen tilanteeseen, jossa kokonaisuutta voi olla vaikea hallita. Asiakirjasta sen sijaan voidaan kaikki huolto- ja kunnossapitotehtäviä koskevat tiedot löytää kootusti yhdestä paikasta. Asiakirjapohja ja sähköinen ohjelma poikkeavat siksi hieman toisistaan, mutta asiakirjan tehtäväluettelon rakenne on suunniteltu sähköistä muotoa mukaillen. Näin tiedot on helppo siirtää muodosta toiseen. Ensisijaisesti vain tehtävä luettelo siirretään sähköiseen muotoon, jotta kalenteripohjainen ohjelma saadaan toimimaan. Muut suunnitelman kannalta tärkeä kohdat sisällytetään asiakirjapohjaan.

Asiakirjapohjaan otetaan tehtäväluettelon lisäksi mukaan aikaisemman suosituksen mukaisesti kohteen lähtötiedot, laiteluettelot ja yhteystiedot. Näitä kohtia on helppo laajentaa käsittelemään myös muita työn kannalta tärkeitä asioita. Siksi lähtötiedot on tässä työssä laajennettu tekstiosuudeksi, jossa käsitellään mm. henkilöstöä ja työskentely tapoja. Suunnitelmassa on näin ollen kaksi osuutta: tekstiosuus ja luettelo-osuudet. Lopullinen huolto- ja kunnossapitosuunnitelman asiakirjapohja noudattaa seuraavanlaista rakennetta:

- Johdanto
- Käsitteet
- Kohteen yleiskuvaus ja lähtötiedot
- Huolto ja kunnossapito organisaatio
- Huolto ja kunnossapidon ohjeita
- Huolto ja kunnossapidon tehtäväluettelo
- Muut luettelot
- Yhteystiedot
- Päivitykset

- Lähteet
- Liitteet

Näistä kohdista viisi ensimmäistä kuuluvat tekstiosuuteen. Johdanto - kohdassa annetaan lyhyt kuvaus suunnitelmasta ja sen tarkoituksesta. Sen avulla myös työhön tutustumaton saa työstä nopeasti hahmotuksen. Tätä tuetaan Käsitteet - kohdalla, johon on koottu työhön liittyvää sanastoa. Seuraavassa kohdassa esitellään Kuntokadun kiinteistöjä ja sähkölaitteistoa koskevia perustietoja kuten kohteen osoite ja omistaja, jakeluverkon haltija, liittymän tilausteho, jne.. Näiden jälkeen seuraavassa kohdassa siirrytään esittelemään huolto- ja kunnossapitohenkilöstöä koskevia vaatimukset ja työtehtäviä. Tämän kohdan avulla voidaan helposti nähdä mitä kukin henkilöstön jäsen on esimerkiksi määräyksien mukaan kykenevä tekemään. Tietoja voidaan käyttää apuna esimerkiksi henkilöstön perehdytyksessä ja arvioidessa onko henkilöstöllä riittävää pätevyyttä. Tekstiosuuden viimeisessä kohdassa käsitellään huoltoon ja kunnossapitoon liittyviä ohjeistuksia. Tässä kohdassa ei ole vielä tarkoitus käsitellä yksittäisten huolto ja kunnossapitotehtävien ohjeita vaan yleisiä työskentelyyn liittyviä ohjeita kuten työmenetelyjä.

Luettelokohtaan kootaan tarpeelliset huolto ja kunnossapitotehtävät sekä muut tarvittavat luettelot. Jokainen tehtävä on oma taulukkopohjainen lomakkeensa, johon voidaan määritellä tehtäväkohtaisesti tarkastusvälit, huoltajat, tarkastettavat asiat, toimenpiteet ja huomautukset. Tehtävät jakautuvat sähköisessä muodossa huoltopakettien alle, joten lomakkeeseen voidaan määritellä vielä mihin huoltopakettiin tehtävä kuuluu ja onko huoltopaketilla vastuuhenkilöä. Esimerkki tehtävälomakkeesta voidaan nähdä liitteessä 1. Sitä täydentämään on laadittu huoltokohteiden paikannusta varten paikannuslomake (liite 3) ja huolto-ohjeita, kuvia, piirroksia, jne. varten täyttölomake (liite 2).

Muihin luetteloihin kuuluu mm. edellä mainittu laiteluettelo ja yhteystiedot. Huoltopäiväkirja tai vastaavaa kohtaa ei ole poikkeuksellisesti sijoitettu tähän kohtaan tai muutenkaan fyysiseen muotoon. Tämä siitä syystä, että sähköisessä muodossa huolto- ja kunnossapitotehtävistä löytyy tehtäväkohtainen päiväkirja, jonne merkinnät voidaan tehdä. Luettelokohtaan luodaan lisäksi myös mittalaiteluettelo, johon kirjataan käytettävissä olevat mittalaitteet. Luettelon avulla voidaan seurata minkälaisia mittareita on käytettävissä, ovatko ne tallessa ja tarvitsevatko ne mahdollisesti kalibrointia. Luettelosta on erityisesti apua, kun mittareita on paljon tai ne ovat usean eri henkilön käytettävissä.

sä. Lopuksi todetaan vielä, että Päivitykset - kohta ei ole varsinainen luettelo, mutta se toimii samaan tapaan. Siinä on tarkoitus listata kaikki suunnitelmaan tehdyt muutokset, jotta muutoksien tekemistä voidaan seurata huoltopäiväkirjan tapaan.

Kun asiakirja on valmis, se tulostetaan ja sijoitetaan sille varattuun kansioon. Suunnitelman fyysinen muoto alkaa siis olla valmis. Siihen sijoitetaan vielä suunnitelman kannalta tarpeelliset dokumentit kuten ohjeet, piirroksset, jne. Tämä helpottaa ja nopeuttaa tiedon saamista, koska tiedot löytyvät yhdestä paikasta. Tietenkin kansion koko on rajallinen, joten siihen ei ole mahdollista laittaa kaikkea tietoa. Esimerkiksi tarkastuksien pöytäkirjat ja raportit on hyvä sijoittaa kansioon, jotta ne voidaan tarvittaessa löytää helposti tai esitellä. Tila voi kuitenkin jossain vaiheessa käydä ahtaaksi, joten tilanteen helpottamiseksi tehdään luettelokohtaan vielä yksi lisäys. Luodaan dokumenttien paikannusluettelo, jossa selvitetään kansion ulkopuolelle sijoitettujen dokumenttien sijainnit. Sijoituksien suhteen täytyy noudattaa tiukkaa kuria, ettei kukaan siirtele luvatta dokumentteja.

#### **4.3 Huolto- ja kunnossapitotehtävien määrittely**

Suunnitelman tehtäväluettelo muodostuu tarvittavista huolto- ja kunnossapitotehtävistä, joiden avulla koulun kiinteistöt olisi tarkoitus pitää toimintakuntoisena ja käyttäjille turvallisena. Tämän vuoksi tehtäväluettelo on kasattava niin huolellisesti, että sen ulkopuolelle ei jää erityisesti turvallisuuden kannalta oleellisia seikkoja. Kyseinen pulma voitaisiin helposti ratkaista ottamalla mukaan kaikki sähkölaitteistoon kuuluvat osat ja asennukset, koska luettelolla ei ole käytännössä ylärajaa. Tästä voi aiheutua uusia ongelmia kuten esimerkiksi henkilöstöresurssien ylikuormitus ja kustannusten nousu. Sen sijaan on järkevämpää tarkastella kokonaisuutta ja kiinnittää huomio ensisijaisesti koulun kannalta oleellisiin tapauksiin. Kokonaiskuvan analysointia varten tarvitaan sähkölaitteiston kartoitusvaiheessa hankitut tiedot.

Tehtäväluettelon kasaamisessa huomioidaan ensimmäiseksi määräyksissä annetut vaatimukset ja ohjeet. Näitä asioita käsitellään tarkemmin luvussa 3.2 ja siinä annettujen tietojen perusteella selkeää tietoa asiasta saadaan vain sähköturvallisuusmääräyksien osalta. Selkeimpänä tietona voidaan pitää vaatimusta, jonka mukaan luokan 2 ja 3 sähkölaitteille pitää laatia ennakoiva kunnossapito-ohjelma. Samassa luvussa todetaan



myös, että tämän työn kohteena oleva laitteisto kuuluu luokitukseen 2c. Suunnitelmassa on otetaan huomioon vähintään siihen luokitukseen kuuluvat laitteet ja laitteiston osat. Tässä vaiheessa huomioidaan, että laki ei selvennä missä laitteiston raja kulkee. Tarvitseeko esimerkiksi ottaa huomioon myös luokan 2 sähkölaitteistoon kuuluvat muut eriluokkaiset tai luokittelemattomat osat. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) on ottanut asiaan kantaa ja sanoo omassa ohjeessaan, että luokiteltuun laitteistoon katsotaan kuuluvan myös muut alemman luokituksen laitteistot ja kiinteistön sisäinen sähkönjakelu (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, 3). Kyseisen viranomaisen tehtävänä on mm. valvoa sähköturvallisuutta Suomessa, joten tulkitaan niin, että se haluaa tällä suosituksella parantaa tai vähintään ylläpitää turvallisuutta. Ohjeen alussa mainitaan, että se on laitteiston luokituksia koskeva lisäohje. Epäselväksi kuitenkin jää ohjeistuksen sitovuus. Ohjeistus on annettu määräyksiin pohjautuen, mutta siinä ei puhuta suoraan niiden sitovuudesta. Suomessa lait hyväksyy eduskunta, joten Tukes:n antama lisäohjeen ei voi mennä lakien edelle. Sille on kuitenkin annettu laissa valta antaa sähköturvallisuusmääräyksien soveltamista yhtenäistäviä ohjeita (410/1996, 56 §). Ohjeen voidaankin siksi katsoa olevan sähköturvallisuusviranomaisen antama lain "tarkennus" kyseisestä määräyksestä, joten ohjeistusta voidaan pitää erittäin suositeltavana. Asian epäselvyydestä johtuen tämän työn tavoitteiden kannalta on luotettavampaa ottaa kyseinen ohjeistus huomioon. Lisäksi tässä työssä huomioidaan myös suoja- ja turvajärjestelmät, jotka täytyy niitä koskevien määräyksien mukaisesti pitää toimintakuntoisina ja turvallisina.

Suoja- ja turvajärjestelmien huomioimista tukee myös rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen liittyvät ohjeet. Niiden mukaan autosammutusjärjestelmien, hissien ja savuhormien sekä vastaavien laitteisiin liittyvät huolto- ja kunnossapito-ohjeet tulisi sisällyttää käyttö- ja huolto-ohjeeseen (Ympäristöministeriö 2000, 5). Nämä ovat ainoat selkeät rajaukset sähkölaitteiden ja -laitteiston suhteen, eivätkä ne, ympäristöministeriön tietojen mukaan, ole edes velvoittavia (Ympäristöministeriö 2014). Muuten ohjeissa puhutaan vain teknisestä huollon ja kunnossapidosta, joten näitä ohjeita tulkitsemalla sähkölaitteiston osalta ei tehtäisi mitään rajauksia. Tällainen tilanne myötäilisi myös tälle työlle asettua tavoitetta ja edellisessä kappaleessa johdettua päätelmää, mutta siitä voi aiheutua kuormituksia koulun hyvin rajalliselle henkilökunnalle. Kyseinen ongelma voidaan osittain kiertää, jos kaikkien sähkölaitteistoon kuuluvien osien osalta ei laadita aikataulutettua huolto ja kunnossapito-ohjelmaa. Tällä tavalla suunnitelmaan saataisiin maininta kaikista sähkölaitteiston osista riippumatta siitä miten huolto ja kunnossapitovelvollisuus hoidetaan. Tätä vaihtoehtoa on kuitenkin käytettävä todella harkiten, koska

valinnoilla voi olla vakavat seuraukset sähkölaitteiston turvallisuuden suhteen. Sitä voidaan käytännössä hyödyntää vain sellaisten kohteiden osalta, jotka eivät normaaliolosuhteissa edellytä säännöllisiä huolto- ja kunnossapitotoimia.

Kun määräyksien mukaiset laitteistot on otettu huomioon, tarkastellaan vielä suunnitelman laadintaa koskevia suosituksia ja kuunnellaan käyttäjän mahdolliset toiveet. Suunnitelman laadinnan suhteen on olemassa useita suosituksia ST - kortistossa, mutta vain kahdessa niistä käsitellään tehtäväluettelon sisällön laadintaan. Ensimmäisen suosituksen mukaisesti suunnitelmaan olisi hyvä ottaa mukaan kaikki sellaiset sähköjärjestelmät, joiden osalta ennakoidulla huollolla saavutetaan etuja turvallisuuden, taloudellisuuden ja toiminnallisuuden suhteen (Autio 2002, 1). Suosituksesta ei valitettavasti ole suoraan apua tehtäväluettelon rajaamiseen, mutta sen sijaan sitä voidaan käyttää hyvänä apuvälineenä, kun vastaan tulee hyvin tulkinnanvarainen tilanne. Toisessa suosituksessa, ST kortissa 96.01, esitellään kolme vaihtoehtoa sähkölaitteiston huolto ja kunnossapito-ohjelman laadintaan varten (Autio 2003, 3 - 4). Kaikissa vaihtoehdoissa on yksi sama kohta. Ohjelmaan pitäisi lain mukaan ottaa mukaan suoja- ja turvajärjestelmät. Tässä kohdassa huomattiin valitettavasti, että kaikki vaihtoehdot sisältävät vanhentunutta tietoa. Vaihtoehdoissa viitataan lain pykälään, jota on muutettu suosituksen laatimisen jälkeen. Tämän myötä kyseisessä pykälässä ei enää edellytetä suoja- ja turvajärjestelmille huolto ja kunnossapito-ohjelmaa. Virhettä ei kuitenkaan voida pitää täysin harhaanjohtavana, koska suoja- ja turvalaitteita käsittelevissä laeissa on yleensä pykälä, jossa veloitetaan huolehtimaan laitteiden toimintakunnosta ja turvallisuudesta. Esimerkiksi poistumisvalaistusta käsittelevä laki määrää laatimaan huolto-ohjelmana kyseiselle laitteistolle. Suositus kaipaakin päivityksen, sillä kyseinen tieto ei enää löydy ajantasaisista määräyksistä. Vaihtoehtojen muut kohdat eivät auta rajaamaan laitteistoa, joten niitä ei tässä tapauksessa hyödynnetä. Sen sijaan toivomuksien suhteen on tehty joitain esityksiä. Käytön johtajat ovat esittäneet joitain toiveita ohjelmaan otettavien laitteiden ja laitteistojen osalta. Näistä löytyy erikseen maininta myöhemmin käsiteltävistä huolto ja kunnossapitotehtävistä.

Kartoituksen ja rajauksen jälkeen jatketaan tehtäväluettelon laadintaa. Jokaista sähkölaitteistoa, laitetta tai asennuksen osaa varten määritellään tarpeelliset huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet ja aikataulut. Tehtävien sisällön määrittelyn lähtökohtana pitää olla toimintakunnon ja turvallisuuden varmistaminen. Sisältö laadinta on viisainta aloittaa huomioimalla valmistajan huolto- ja käyttö-ohjeet, koska valmistajan katsotaan tie-

tävän parhaimmalla varmuudella tuotteensa ominaisuudet, käyttäytymisen ja sitä koskevat vaatimukset. Laitteiden mukana on oltava määräyksien mukaan ohjeet, kun laitteiden turvallinen käyttö edellyttää olennaisten seikkojen tietämistä (1193/1996, 4 §). Ohjeiden käyttö ei kuitenkaan ole sitovaa kunhan määräyksien mukainen turvallisuus täyttyy. Siksi on viisasta arvioida antaako ohje oleellista lisätietoa, josta olisi hyötyä ohjelman sisällölle. Jos ohjeet kuitenkin puuttuvat tai niitä ei ole olemassa kyseisestä kohteesta, voidaan sisältöä lähteä laatimaan esimerkiksi sähkölaitteistoa koskevien määräysten, standardien tai suositusten avulla. Suosituksia on annettu esimerkiksi ST - kortiston aihetta käsittelevissä korteissa. Niissä tieto on kuitenkin hyvin yleisluontoista, joten niiden käyttäminen ja sovittaminen kohteen tarpeisiin vaatii harkintaa ja pohdintaa. Pohdinnoissa on arvioitava laitteiden ja laitteiston kulutusta ja niihin kohdistuvia vikaantumisen riskejä. Kuluminen on riippuvainen esimerkiksi käytöstä ja käyttöympäristöstä. Vikaantumista puolestaan on puolestaan vaikea arvioida, koska sitä en hyvin vaikea ennustaa. Sen sijaan pitää arvioida kulumisastetta ja asennuskannan käyttöikä.

Huolto- ja kunnossapitotehtävien aikataulujen määrittämisen katsotaan olevan joko varsin yksinkertaista tai hieman monimutkaista. Yksinkertaisemmassa tapauksessa tarkastusvälit on poimittavissa suoraan valmistajan huolto- ja käyttöohjeista, laeista tai standardeista. Jos näin kuitenkaan ei ole, tarkastusvälit täytyy päätellä itse. Näin on jouduttu usein tekemään tämänkin suunnitelman kohdalla. Jotta päätöstä ei tehtäisi mielivaltaisesti, avuksi on hyvä ottaa esimerkiksi ST - kortiston ohjeistukset. Niitä käytettäessä on tarkastusvälin valintaa varten kohteena oleva sähkölaitteiston osa sijoitettava tiettyjen kriteerien perusteella joko erittäin vaativaan, tavalliseen tai kevyeen tasoon. ST - kortisto määrittelee nämä tasot seuraavalla tavalla:

#### Erittäin vaativa taso (EV) sähköjärjestelmien osille

- jotka ovat erittäin kuluttavassa käytössä
- jotka ovat erittäin vaativissa olosuhteissa ja helposti vioittuvia
- joiden toimimattomuus tai virheellinen toiminta vikatapauksessa voi aiheuttaa välitöntä tai suurta vaaraa
- joiden vioittuminen haittaa erittäin merkittävästi käyttöä
- joiden vioittuminen tuottaa suuria keskeytys- tai muita kustannuksia

#### Tavallinen taso (T) sähköjärjestelmien osille

- joiden käyttö on käyttöolosuhteissa tavanomaista ja jotka eivät vioitu helposti käytössä
- joiden vioittuminen ei aiheuta välitöntä tai suurta vaaraa
- joiden vioittuminen ei merkittävästi haittaa käyttöä

Kevyt taso (K) sähköjärjestelmien osille

- joiden kuluminen käytössä on vähäistä ja joiden vioittumisella ei ole juurikaan merkitystä turvallisuuden kannalta
- joiden vioittumisella ei ole suurta merkitystä käytön ja kustannusten kannalta (Autio 2002, 2 - 3)

Listauksesta voidaan nähdä, että luokituksen käyttö vaatii kattavan tapauskohtaisen arvioinnin. Valinta ei kuitenkaan ole aina helppoa ja voi olla joissain tapauksissa hyvin tulkinnanvarainen. Jos tulkinnanvaraisessa tilanteessa kysymykseen tulee turvallisuus eikä ole olemassa vertailtavaa tietoa, tiukempi vaihtoehto on varmasti kannattavampi. Turvallisuuden takaaminen olisi tietenkin helpointa käyttää vain tiukempaa arviointia. Tällä ei välttämättä saavuteta erityistä etua vaan sillä aiheutetaan ylimääräisiä kustannuksia tai ylimääräisiä kuormituksia henkilöstölle. Sen vuoksi jokainen tapaus on arvioitava tarkkaan ja valitaan kaikkien kannalta sopivin vaihtoehto.

Kun sopiva luokittelu on viimein päätetty, voidaan määritellä sopivat tarkastusvälit käyttäen hyväksi ST - kortiston suosituksien mukaisia taulukoita. Niissä annetaan jokaiselle sähkölaitteelle tai asennuksen osalle kolme vaihtoehtoa. Suositukset jaetaan vielä kohteittain seuraavasti: asuinrakennus, palvelurakennus, maatalouden tuotantorakennus, teollisuusrakennus ja terveydenhuolto. Tampereen ammattikorkeakoulu tarjoaa ensisijaisesti koulutuspalveluja, joten tarkastusvälien määrittelyssä käytetään palvelurakennuksia koskevia suosituksia.

Edellisessä kappaleessa mainitut ohjeistukset ovat yleisluotoisia suosituksia, joita voidaan käyttää useissa hyvinkin erilaisissa kohteissa. Tämän johdosta vaatimusluokituksen mukaan määritellyjä aikatauluja tulisi arvioida uudelleen suoritettujen toimenpiteiden perusteella. Uuden arvion jälkeen voidaan tarkastuksen sisältöä tai aikataulua tarvittaessa muuttaa. Sisältöön voidaan lisätä esimerkiksi erityishuomautuksia tai ohjeita. Samankaltainen arviointi olisi hyvä suorittaa myös valmistajan huolto- ja käyttöohjei-

den, lakien ja standardien avulla laadituille tehtäville. Näissä tapauksissa ei kuitenkaan pidetä suositeltavana löyhentää vaatimuksia.

Huolto- ja kunnossapitotehtäville voidaan aikataulutettujen tarkastusten vaihtoehtona käyttää jatkuvaa tarkkailua. Jatkuvassa tarkkailussa sähkölaitteiston osan toimintaa, kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan esimerkiksi normaalin työskentelyn ohessa. Tämä on oiva keino sellaisiin kohteisiin, joissa tarkastuksia on vaikea tai hankala järjestää esimerkiksi henkilöstöresurssien rajallisuuden tai sähkölaitteistoon kuuluvan osan suuren lukumäärän vuoksi. Nämä molemmat tilanteet tulevat tilanteesta riippuen kyseeseen Kuntokadun kampuksella. Tarkkailua suorittamaan voidaan valjastaa työnantajan alaisuudessa olevat työntekijät, koska heidän velvollisuutena on tarkkailla omaa työympäristöään ja ovat velvollisia ilmoittamaan työympäristössään havaitsemistaan vioista tai puutteista (738/2002, 19 §). Jatkuva tarkkailun tehokas toiminta edellyttää kuitenkin, että henkilöstö on riittävästi opastettu vian havaitsemisen ja ilmoittamisen osalta.

Jos toimenpiteiden ja aikataulujen valinnoissa käytetään edellisessä kappaleessa mainittuja ST - kortiston suosituksia, tietoihin olisi suhtauduttava kriittisesti vaikka korttien ilmoitetaan olevan vielä voimassa. Tämä siitä syystä, että monet huolto- ja kunnossapitosuunnitelman laadintaan liittyvät kortit ovat reilusti yli 10 vuotta vanhoja. Standardit ja määräykset ovat tänä aikana muuttuneet useita kertoja, joten kaikki tiedot eivät välttämättä ole aivan ajan tasalla. Esimerkiksi ST - kortissa 96.01 on havaittu useita poikkeamia ajantasaiseen lainsäädäntöön. Suosituksista on kuitenkin suuri apu sisällön määrittelyssä, koska joidenkin sähkölaitteiden, -laitteistojen ja -asennusten osalta tietoa ei löydy muualta.

## 5 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOTEHTÄVÄT

### 5.1 Keskijännitelaitteisto

Kuntokadun kampuksen sähköjakelun toimintaedellytys rakentuu nykyisin keskijännitelaitteiston varaan. Siihen kuuluvat jakelumuuntajat ja keskijännitekojeisto. Nämä laitteiston osat kuuluvat suoraan luokitukseen 2, joten niitä käsiteltäessä on pyrittävä täyttämään määräyksissä esitettyjen vaatimusten täyttäminen. Niiden huolto ja kunnossapito tarpeet huomioidaan mahdollisimman hyvin, koska ne toimivat kiinteistön sähkönjakelun lähtöpisteenä. Niissä tapahtuvasta toimintahäiriöstä voi aiheutua merkittävää haittaa koulun toiminnalle.

#### 5.1.1 Muuntajat

Koululla löytyy kolme muuntamoaa, joihin on sijoitettu yhteensä neljä muuntajaa. E - rakennuksen muuntamossa sijaitsevat öljymuuntajat T1 ja T2, jotka ovat nimellisteholtaan 800 kVA:sia. Muuntajien kanssa samassa tilassa sijaitsevat myös pienjännitelaitteistoon kuuluvat pääkeskukset PK 1 ja PK 2 sekä keskijännitekojeisto E-KJK-1. Pienjännite ja keskijännitelaitteistoon kuuluvia osia varten on olemassa omat alueensa, joita erottaa toisistaan lukittava häkkiaita. Keskijännitealueelle ei voida kulkea toisesta tilasta, joten sinne päästään kulkemaan vain häkkiaitaan asennetun oven avulla. Tämän alueen sisällä muuntajia varten ei ole olemassa omia tiloja vaan ne on sijoitettu niille varattuihin syvennyksiin (kuva 2). Koulun toisessa, G - rakennuksen, muuntamossa sijaitsevat puolestaan kuivamuuntajat T3 ja T4, jotka ovat nimellisteholtaan 1000 kVA:sia. E - rakennuksesta poiketen muuntajia varten on olemassa omat tilat, jotka on varustettu koneellisella ilmastoinnilla ja vuorattu alumiinilevyillä. Tiloja koskevia eroja voidaan selittää muuntajien rakenteiden ja ominaisuuksien kautta. Koululta löytyy vielä kolmas erillinen muuntamorakennus C - rakennuksen päädystä, mutta siellä ei ole muuntajia tällä hetkellä. Muuntamossa on tilavaraukset kahdelle lisämuuntajalle.



KUVA 2. E - rakennuksen hermeettisesti suljettu öljymuuntaja (Kuva: Osmo Hämäläinen 2015)

Kampuksella on käytössä kahden tyyppisiä muuntajia: hermeettisesti suljettuja öljyeristeisiä muuntajia ja kuivamuuntajia. Hermeettisesti suljettu öljymuuntaja on yksi kahdesta muuntajatyypistä, joita yleisesti käytetään. Toinen muuntajatyyppeä on paisuntasäilöllä varustettu öljymuuntaja. Perusrakenne on molemmissa sama eli vaihekäämitykset upotetaan ja suljetaan öljysäiliöön. Öljy toimii tällöin eristys- ja jäähdytysaineena. Erot syntyvät muuntajan öljysäiliön sulkemistavasta. Hermeettisesti suljetut muuntajat ovat täysin tiiviitä ja ne on suunniteltu kestämään käytön aiheuttamat painevaikutukset. Tiiviiden ansiosta muuntajaöljyyn ei pääse liukenemaan ilmasta haitallisia aineita kuten vettä. Paisuntasäiliöllisessä muuntajassa paineentasaus tapahtuu suodattimen kautta ympäröivään ilmaan ja samalla öljyn pinnankorkeus vaihtelee. Suodatin on tärkeässä roolissa, sillä sen täytyy pystyä suodattamaan muuntajaan paisuntasäiliöön kulkeutuvasta ilmasta haitalliset aineet. Kuivamuuntajissa on jo nimenkin puolesta poikkeava rakenne öljyeristeisiin muuntajiin verrattuna. Niissä ei käytetä nestemäisiä eristysaineita vaan käämityksen päälle valetaan kiinteä valuhartsikerros. Muuntajat ovat yleensä kotelottomia eli rautasydän ja käämit ovat nähtävissä. Tämän rakenteen takia on jouduttava huomioimaan muuntajan ominaisuuksia koskevat asiat. Metallikotelottomien muuntajien on todettu aiheuttavan häiriöitä aiheuttavia magneettikenttiä. Sähköturvallisuusmääräyksien mukaan sähkölaitteista ei saa aiheutua sähkömagneettisia häiriöitä, joten hajamagneettikentät on pyrittävä vaimentamaan. Yksi vaihtoehto on vuorata muuntajatilän pinnat alumiinilevyillä. (Roine 2003, 18) Toinen huomioitava seikka on

muuntajien jäähdytys. Kuivamuuntajan jäähdytys tapahtuu pääasiassa käämien läpi kulkevan ilman avulla, joten muuntajantilan ilmanvaihdon täytyy olla riittävä. Ilman lisäjäähdytys niiden ylikuormituskyky on öljymuuntajia heikompi. (Roine 2003, 9)

Muuntajien sisäosiin ei yleensä päästä helposti käsiksi, joten rutiininomaisten toimenpiteiden katsotaan kohdistuvan ensisijaisesti ulkoisiin osiin. Ensimmäisenä toimenpiteenä voidaan pitää muuntajien mekaanisen kunnan aistinvaraista tarkastusta. Muuntajien rakenteet ovat pääosin metallisista, joita uhkaavat ensisijaisesti korroosio ja fyysiset rasitukset. Jos nämä tekijät otetaan huomioon, rakenteita voidaan yleensä pitää kulumattomina. Tätä oletusta ei pidä tehdä kaikkien rakenteeseen kuuluvien osien osalta, koska eristeet ja muut ei-metalliset rakenteet ovat metallisia rakenteita alttiimpia mekaanisista rasituksista aiheutuville vaurioille.

Varsinaisen muuntajarakenteen lisäksi on tarkastettava, että myös muuntajien kytkennät ovat kunnossa. Liitoksien kohdalla on huomattava, että ne ovat mekaanisten vaurioiden lisäksi alttiita myös ylikuumentumiselle. Jotta vältetään laitteiden vioittumiselta tai pahimmillaan tulipalolta, tarkastuksessa on selvitettävä liitoksien lämpötilat riittävällä varmuudella ja pyrittävä ehkäisemään liian suurien lämpenemien syntyminen. Lämpötilat voidaan selvittää esimerkiksi lämpökuvauksen avulla. Ehkäiseviä toimenpiteitä varten on huomioitava lämpenemiseen vaikuttavat tekijät. Sähköisten liitosten katsotaan lämpenevän kun liitoskohdan läpi kulkevan virran vaikutuksesta liitoskohdan resistanssissa aiheutuu häviöitä. Jos tämä resistanssi kasvaa, myös häviöt kasvavat ja liitoskohta lämpenee entisestään. (Alhainen 2015, 24) Resistanssia voivat kasvattaa liitoksen epäpuhtaudet, mekaaninen löystyminen tai kosketuspintojen hapettuminen. (Alhainen 2015, 7) Liitoksen löystyminen voi aiheutua esimerkiksi vaihtelevien kuormitusten aiheuttamista lämpövaihteluista, jos johdin tai liitostekniikka ei mukaudu riittävän hyvin näihin vaihteluihin (Alhainen 2015, 24). Näitä asioita katsotaan olevan ensisijainen keino liitoksien liiallisen lämpenemisen välttämiseksi, koska ne ovat suhteellisen helposti tarkastettavissa ja korjattavissa. Toimenpiteistä aiheutuvaa haittaa on myös helppompi rajata. Toinen keino olisi pienentää kuormitusvirtaa, mutta tämän katsotaan olevan lähinnä väliaikainen ratkaisu.

Rakenteiden kunto ei varsinaisesti vaikuta käyttöikään ellei siinä tapahdu merkittäviä muutoksia. Sen sijaan käyttöikään vaikuttaa varsinaisesti orgaanisten eristeiden vanheneminen. Tämä nähdään esimerkiksi öljyeristeisissä muuntajissa, joissa öljy hapettuu



vanhetessaan. Öljyn hapettuminen tapahtuu ketjureaktiona, jossa syntyy lopputuloksena reaktiokykyisiä radikaaleiksi (Radikaalit ovat molekyyilejä, joilla on vähintään yksi pariton elektroni (Walling 2015)), jotka hapettuvat nopeasti muodostaen uusia radikaaleja. (Aro, Elovaara, Karttunen, Nousiainen & Palva 2003, 178). Öljyssä olevat metalliepäpuhtaudet kiihdyttävät reaktioita. Näiden reaktioiden seurauksena öljyyn alkaa muodostua saostumia, johtamiskykyisiä epäpuhtauksia, vettä ja happiyhdisteitä. (Aro ym. 2003, 178) Jos saostumia alkaa esiintyä liikaa, muuntajaöljy pitää vaihtaa. Vaihtoehtoisesti öljy voidaan myös kuivata ja suodattaa. Muita muuntajissa käytettyjä orgaanisia eristeitä ovat mm. käämien eristyksissä käytetty paperi. Paperiin vaikuttaa haitallisesti esimerkiksi muuntajaöljyssä esiintyvä vesi ja happamat aineet. Haitallinen vaikutus ei kuitenkaan heikennä paperin sähköisiä ominaisuuksia, mutta heikentävät kautta sen mekaanisia ominaisuuksia eli paperi alkaa haurastua. (Aro ym. 2003, 178) Vanhenevien osien seuraaminen on tärkeä osa kunnossapitoa, koska niiden avulla voidaan arvioida muuntajan todellista käyttöikää. Käytön aikana ei muuntajaan sisäosiin yleensä kosketa, joten käytännössä orgaanisten eristeiden kunnan arviointi tapahtuu öljynanalyysin avulla. Sen avulla nähdään miten hapettunutta öljyä on ja kuinka paljon epäpuhtauksia siihen on muodostunut. Tuloksien perusteella voidaan sitten arvioida onko tarpeen ryhtyä toimenpiteisiin. Koulun tapauksessa öljyanalyysistä on päätetty luopua, koska muuntajat ovat hermeettisesti suljettuja. Muuntajaöljyyn ei pääse liukenemaan ilmasta haitallisia aineita, joten öljy vanhenee huomattavasti hitaammin kuin paisuntasäiliöllisessä muuntajassa. (Kurkinen & Lehtonen 2014) Vaikka öljyanalyysille ei ole tällä hetkellä tarvetta, sen katsotaan tulevan kysymykseen jossain vaiheessa tulevaisuutta. Analyysistä saatujen tulosten avulla voidaan nimittäin arvioida muuntajien jäljellä olevaa käyttöikää.

Muuntajan kulumiseen vaikuttavat myös asennusympäristön olosuhteet ja käytöstä aiheutuvat tekijät. Ulkotiloissa olevat muuntajat ovat alttiita luonnonoloille kuten auringonvalolle, pakkaselle, tuulelle, lumelle ja sateelle. Sisätiloissa nämä tekijät voidaan yleensä unohtaa, mutta auringonvalon lämmittävä vaikutus tulisi huomioida. Auringonvalon vaikutus voidaan sulkea pääosin pois E - ja G - rakennuksien osalta, koska muuntajat sijaitsevat sisätiloissa maanpinnan alapuolella. E - rakennuksessa on kyllä maanrajassa kapeita ikkunoita, joista auringonvaloa voi päästä paistamaan muuntamotilaan. Auringonvalo ei kuitenkaan pääse paistamaan suoraan muuntajia kohti, mutta se voi nostaa tilan lämpötilaa. Muuntajan käytössä tapahtuvat häviöt poistuvat lämpönä ympäröivään ilmaan, joten sisätilan ilman lämpötila tulee pitää sopivana riittävän jäähdytyksen turvaamiseksi. Muuntajan lämpöhäviöt ovat riippuvaisia kuormituksen määrästä,

joten kuormituksen kasvu nostaa myös muuntajan lämpötilaa. Liian korkea käyttölämpötila voi vahingoittaa muuntajan eristyksiä tai kasvattaa tulipaloon riskiä. Koulun tapauksessa muuntajien lämpötila-anturit on yhdistetty rakennusautomaatiojärjestelmään. Tämä helpottaa huomattavasti lämpötilojen tarkkailua, koska järjestelmän etäyhteyden avulla lämpötilat voidaan tarkastaa lähes koska tahansa. Tarkastuksien välisenä aikana lämpötilojen seurannassa voidaan hyödyntää järjestelmään kuuluvaa hälytystoimintoa.

Otetaan vielä huomioon eri muuntajatyyppejä koskevat vaatimukset ja mahdolliset valmistajien ohjeet. Muuntajan T1 on valmistanut GBE ja muuntajan T2 on valmistanut France Transfo. Näiden osalta ei löydetty käyttö- tai huolto-ohjeita paikanpäältä, mutta valmistajan tietojen avulla löydettiin France Transfon öljymuuntajia käsittelevä asennus-, käyttö- ja huolto-ohje. Hermeettisesti suljettujen öljymuuntajien osalta riittävinä toimenpiteinä pidetään liitoksien tarkastuksia ja öljyvuotojen tarkastuksia. (France Transfo 2008, 20) Näille toimenpiteille ei ole asetettu aikatauluja, joten ne joudutaan pääättelemään. Toisen öljymuuntajan osalta tyydytään noudattamaan näitä toimenpiteitä, koska molemmat muuntajat ovat hermeettisesti suljettuja ja nimellisteholtaan yhtä suuria.

Kuivamuuntajien osalta ei myöskään löydetty valmistajan ohjeita paikanpäältä, joten asiaa ryhdyttiin selvittämään muuntajan valmistajan ja mallin avulla. Tietoja ei pystytty lukemaan suoraan muuntajasta, koska sen ympärille on rakennettu puinen kotelo. Sen takia asiaa jouduttiin tutkimaan dokumenteista. Yhdessä dokumentissa muuntajan malliksi oli merkitty Trihal. Tiedon avulla löydettiin muuntajan käyttö- ja huolto-ohje valmistajan nettisivuilta. Siinä annettujen tietojen mukaan pitäisi suorittaa seuraavat toimenpiteet: muuntajan pulttien kiristykset ja muuntajan puhdistus paine-ilmalla. Pulttien kiristyksessä on oltava tarkkana ja noudatettava annettuja ohjeita. Nämä toimenpiteet pitäisi normaaleissa olosuhteissa suorittaa kerran vuodessa. (Schneider Electric 2014, 13)

Muuntajien tarkastukset olisi järkevintä ajoittaa saman aikataulun mukaisesti, koska toimenpiteet ovat suurilta osin samankaltaisia. Lähtökohdaksi valitaan kuivamuuntajien toimenpiteille ehdotettu aikataulu. Öljymuuntajien osalta vertailussa joudutaan hyödyntämään niitä koskevia ohjeistuksia, koska valmistaja ei ollut antanut mitään ehdotuksia toimenpiteiden suhteen. Tarvittavat tiedot saadaan esimerkiksi ST - kortista 96.03.02, joka sisältää erilaisia aikatauluja perustuen vaatimusluokitteluun. Tässä tapauksessa

kaikki aikataulut ovat yhteneviä kuivamuuntajien aikataulun kanssa. Vaatimusluokitte-  
lua ei siis tarvitse suorittaa, joten aikataulun määrittely on suoraviivaisempaa. Suosituk-  
set ja valmistaja ohjeet huomioonottaen määritellään kaikkien muuntajien tarkastukset  
tehtäväksi kerran vuodessa. Liitokset voitaisiin tarkastaa samalla aikataululla, mutta  
niitä varten on olemassa omat aikataulut. Tässäkään tapauksessa ei tarvitse päätellä vaa-  
timusluokkaa, koska kaikki vaihtoehdot ovat samanlaisia. Liitokset tarkastetaan suosi-  
tellun aikataulun mukaisesti kolmen vuoden välein.

### 5.1.2 Kojeistot

Koulun sähkönjakelun keskijännite puolen laitteistoon kuuluu kolme suurjännitekojeis-  
toa, kaksi uudempaa ja yksi vanhempi. Uudemmat kojeistot sijaitsevat G - rakennukset  
muuntamossa ja C - rakennuksen päässä sijaitsevassa puistomuuntamossa. Vanha ko-  
jeisto sijaitsee puolestaan E - rakennuksen muuntamossa ja se kuului ennen Tampereen  
sähkölaitos Oy:lle. Koululla suoritettuna keskijänniteurakan myötä sen omistus siirtyi  
Pirkanmaan ammattikorkeakoulu Oy:lle (nykyisin Tampereen ammattikorkeakoulu Oy).  
(Blom 2013, 17) Vanhasta ja uudemmasta kojeistosta voidaan nähdä esimerkit kuvista 3  
ja 4. Kojeistoja yhdistää toisiinsa niiden välille rakennettu rengasverkko. Koulun säh-  
könjakelun kannalta tärkeimmässä roolissa on G - rakennuksen kojeisto, koska siihen  
liittyvät keskijänniteliittymän nousujohdot. Kojeiston merkitys nähtiin keuhällä 2013  
kun eräänä yönä keskijänniteliittymän pääkatkaisija laukesi yllättäen ja katkaisi samalla  
sähköt suuresta osaa koulua. Hälytyslaitteet eivät olleet toimineet katkoksen aikana,  
joten vika huomattiin vasta aamulla kun töihin tulevat ihmiset eivät päässeet kiinteis-  
töön sisälle. Vikaa ei koskaan saatu selvitettyä, koska suojalaitteisiin ei tallentunut ta-  
pahtuneesta tietoja. Toistaiseksi vika ei ole onneksi uusiutunut, mutta sitä varten on ny-  
kyisin varauduttu akkuvarmennettujen matkapuhelinverkon kautta kulkevien hälytyksi-  
en avulla.



KUVA 3. G - rakennuksen suurjännitekojeisto (Kuva: Osmo Hämäläinen)



KUVA 4. E - rakennuksen suurjännitekojeisto (Kuva: Osmo Hämäläinen)

Kojeistojen huolto ja kunnossapito tarpeiden täyttämässä lähdetään liikkeelle aistinvaraisista tarkastuksista, joista oleellisimpia katsotaan olevan mekaanisen kunnon tarkastus, puhtauden tarkastus ja tarpeellisten merkintöjen olemassaolon tarkastus. Kojeiston rakenteiden tarkastus mekaanisten vaurioiden ja korroosion osalta auttaa ylläpitämään laitteiston toimintakuntoa ja turvallisuutta. Ensimmäisenä tarkastetaan kojeiston ulkopuoliset kosketussuojatut osat kuten kannet, seinät, katto ja lattia. Tämän jälkeen voidaan tarkastaa kojeiston sisäpuoli kun kojeisto on tehty asianmukaisesti jännitteettömäksi. Jos koko kojeistoa ei ole mahdollista tehdä jännitteettömäksi tai siitä aiheutuu merkittävää haittaa, toinen vaihtoehto on tarkastaa kojeisto osissa. Koulun kojeistot rakentuvat yksittäisistä kennoista joista jokainen voidaan tehdä yksi kerrallaan jännitteettömäksi. Tämän jälkeen kennon etukansi voidaan avata ja sisäosat tarkastaa. Kennoa ei voida tarkastaa aivan kaikilta osin, koska kennon kokoomakiskotila jää edelleen jän-

nitteiseksi. Kojeston kunnan tarkastuksen yhteydessä voidaan huolehtia myös kojeston puhtauden tarkastuksesta. Lopuksi tarkastetaan vielä kojesta löytyvät tarpeelliset merkinnät. Sähköturvallisuusmääräyksien mukaan laitteistossa on oltava sellaiset merkinnät ja varoituskyltit, joita tarvitaan laitteiston käyttö ja hoitotoissa (1193/1999). Näiden tarkastuksien yhteydessä on pidettävä silmällä G - rakennuksen kojeston alapuolella kulkevaa kaapelitilaa, koska sinne havaittiin kertyvän runsaasti vettä. Asianmukaisiin toimenpiteisiin on jo ryhdytty ongelman ratkaisemiseksi, joten huolehditaan vain tilanteen seurannasta.

Varsinaisen kunnan lisäksi tarkastetaan myös liitokset luvun 5.1.1 mukaisesti. Tässä tapauksessa on huomioitava, että kaikkiin liitoksiin ei välttämättä päästä yhtä helposti käsiksi. Tämä huomautus pätee enemmän koulun uudempia kojistoja. Koulun uusien kojistojen kohdalla lähtöjen liitokset jakaantuvat kaapelitilaan ja kokoomakiskostotilaan. Näissä tiloissa vaihejohtimet ja - kiskot on sijoitettu edestä päin katsottuna peräkäin. Lisäksi kennojen sisällä on varsin rajatusti tilaa, joten tämä hankaloittaa toimenpiteiden, kuten lämpökuvauksen, suorittamista. (Siemens 2010, 16 - 17) Vanhan kojeston kohdalla liitokset sijaitsevat heti etukansien takana. Tämä helpottaa huomattavasti esimerkiksi lämpökuvauksen suorittamista. Liitoksia koskevia toimenpiteitä voidaan joutua suorittamaan kojeston ollessa jännitteinen, joten ennen töiden aloittamista on selvítettävä ovatko toimenpiteet luokiteltavissa standardin SFS 6002 mukaisiin jännitetöihin.

Kojeston rakenteen jälkeen tarkastetaan siihen kuuluvat suojalaitteet ja niiden toimintakyky. Koulun kojistoissa suojaus on toteutettu katkaisijoilla, joita ohjataan releiden avulla. Katkaisijan on pystyttävä suorittamaan kuormitetun virtapiirin avaus, joten sen valokaarenkatkaisukyvyyn on säilyttävä ennallaan. Releen puolestaan on pystyttävä havaitsemaan viat ja annettava toimintakäsky katkaisijalle. Releiden toimintakyvystä on huolehdittava säännöllisillä koetuksilla. Samalla on tarkastettava, että niiden asettelut ovat suunnitelmien mukaiset. Myös erilaisten kytkentälaitteiden kuten erottimien ja maadoituskytkimien toiminta voi olla tarpeenmukaista testata. (Sähkötieto ry 2006, 3)

Kaikkien oleellisten huolto- ja kunnossapito tarpeiden täyttämistä varten on tärkeää huomioida myös valmistajien käyttö- ja huolto-ohjeet. Vanhemman kojeston on valmistanut Merlin Gerin ja uudemman kojeston on valmistanut Siemens. Uudet kojistot ovat mallia Simosec. Tässä tapauksessa kyseiset ohjeet löydettiin vain uudempien kojistojen osalta. Niissä ei valitettavasti käsitellä kojeston huolto ja kunnossapitoa. Ne-

tistä löydettiin toiset valmistajan ohjeet, joissa asiaa oli käsitelty. Ohje ei ehkä sovellu kaikilta osin käytettäväksi, koska siinä käsitellään vain tyhjiömallisia katkaisijoita. Valmistaja suosittelee teettämään vain silmämääräisen tarkastuksen, jossa selvitetään kojeiston puhtaus ja korroosiodien esiintyminen (Siemens 2008, 143 - 144). Valmistaja ei tarkenna sitä mitkä osat pitäisi tarkastaa eikä esitä tarkempia toimenpiteitä tai ohjeita asian suhteen. Siksi tarkastukseen katsotaan kuuluvan osat, jotka eivät edellytä erityisiä toimenpiteitä kuten kojeiston purkamista. Valmistaja ei ota myöskään kantaa suojalaitteisiin, mutta niiden toimintakyvyn todentaminen on tärkeää sähkönjakelun turvallisuuden kannalta. Koulun katkaisijoiden valokaarenkatkaisu perustuu SF6 - kaasuun, joten katkaisijat olisi tarkastettava riittävän säännöllisesti kaasuvuotojen varalta.

Varsinaisen kojeiston lisäksi käsitellään myös suojalaitteiden varasyöttöjen testaus. G - rakennuksen kojeistotilassa sijaitsee tasajännitekeskus, joka huolehtii kojeiston suojalaitteiden varasyöttöistä. Keskus saa normaalisti tehonsa sähköverkosta, mutta hätätilanteessa se saa tehonsa pienistä lyijyakuista. Päätoimisen käytön johtajan pyynnöstä tähän tehtävään lisätään toimenpide akkujen testauksista, jotta niiden toimintakuntoa voidaan seurata. Akut on valmistanut Yuasa ja ne ovat suljettuja lyijyakkuja. Valmistajan tiedoista ei ole apua, sillä niissä ei anneta mitään ohjeita akkujen testauksien suhteen. Näiden tietojen puuttuessa joudutaan tarkastelemaan akkuja koskevia suosituksia. Akkujen kuntoa voidaan seurata varminten mittauksien avulla. Varta vasten, suljettujen lyijyakkujen testausta varten, kehitetyillä mittareilla voidaan mitata esimerkiksi akun sisäistä vastusta, konduktanssia tai impedanssia. Mittarit voivat kuitenkin olla alttiita kuorman häiriöille. Toinen tapa arvioida akun kuntoa on suorittaa kuormituskoe, jossa akkua puretaan sopivan kuorman avulla. Akkua tulisi purkaa vähintään 20 % kapasiteetistä, mutta ei mielellään yli 50 %. Kokeen aikana mitataan akun jännitettä ja virtaa esimerkiksi 1 - 30 minuutin välein. Saatujen tulosten perusteella arvioidaan sitten akun kuntoa vertaamalla niitä akun nimellisarvoihin ja edellisiin kokeisiin. Jälkimmäinen vaihtoehto on koulun kannalta suositeltavampi, koska koulun mittarivalikoimaan kuuluu vain yleismittareita ja asennustestausmittari. Koulun sähkötekniikan opetuspuolelta voidaan tarvittaessa lainata erikoisempia mittareita, joten sieltä kautta on ehkä mahdollista saada oikeanlainen mittari. (Elg & Lindgren 2003, 2 - 3)

Toimenpiteitä varten täytyy vielä selvittää aikataulut. Lähtökohdaksi otetaan uudempien kojeistojen valmistajan suosittelema aikataulu. Sitä voitaisiin soveltaa aistinvaraisia tarkastuksien kohdalla, joten valitaan se alustavasti yhdeksi vaihtoehdoksi. Vanhan ko-

jeiston suhteen ei ollut olemassa ohjeita, joten niiden osalta hyödynnetään ST - kortiston ohjeistuksia. Samalla voidaan vertailla valmistajan ohjeen sopivuutta. Niiden hyödyntämistä varten pitää määritellä kojeiston vaatimusluokitus. Vanha kojeisto syöttää muuntajia T1 ja T2. Ne taas puolestaan syöttävät pääkeskuksia PK 1 ja PK 2, jotka yhdessä vastaavat A - F - rakennusten sähköjakelusta. Näin ollen kojeistossa tapahtuvasta viasta on mahdollista aiheutua suurta haittaa koulun toiminnalle. Lisäksi kojeiston suojalaitteiden toimimattomuudesta voi aiheutua suurta varaa. Näiden perusteella luokitellaan kojeisto erittäin vaativaan luokkaan. Luokittelun perusteella kaikki toimenpiteet, koestuksia ja liitoksia lukuun ottamatta, suoritetaan kerran vuodessa. Aikataulu täsmää myös valmistajan ohjeen kanssa, joten sitä voidaan pitää hyvin suositeltavana. Liitoksille toimenpidejakso on kolme vuotta. Koestukset suositellaan tehtävän kuuden vuoden välein, mutta tästä on päätetty poiketa päätoimisen käytön johtajan päätöksellä. (Sähkö-tieto ry 2006b, 3) Päätoiminen käytön johtaja suorittaa suojalaitteiden koestukset kolmen vuoden välein. (Kurkinen & Lehtonen 2014)

## 5.2 Pienjännitelaitteisto

Keskijännitelaitteiston jälkeen huolehditaan luvun 4.3 mukaisesti kiinteistön sähköverkkoon kuuluvista pienjännitelaitteista ja -laitteistoista. Tässä luvussa ei ole tarkoitus käsitellä laitteita, jotka liittyvät koulun sähköverkkoon irrotettavien sähköliitäntöjen, kuten pistorasioiden, avulla. Varsinaisten käsiteltävien laitteiden ja laitteistojen osalta huomioidaan tarpeenmukaisesti laitteisto- tai laitekohtaisissa määräyksissä asetetut erityisvaatimukset ja selvitetään oleelliset huolto ja kunnossapito tarpeet. Suurilukuisien samankaltaisten laitteiden ja laitteistojen kohdalla ei ole ryhdytty selvittämään kaikkia yksittäisiä tapauksia, jotta tehtävien käsittely olisi helpompaa. Näissä tapauksissa on pidettävä silmällä tehtyjä toimenpiteitä ja tarvittaessa on tehtävä tarkennuksia. Niissä tapauksissa joissa sähkölaitteen tai -laitteiston huolto- ja kunnossapitotoimet on ulkoistettu koulun ulkopuoliselle taholle, tyydytään huolehtimaan tarvittavista asiakirjoista, yhteystiedoista sekä tarpeellisista järjestelyistä.

Koulun sähkölaitteistoon kuuluu myös pientuulivoimaloita, mutta näille on jo laadittu huolto ja kunnossapito-ohjelma. Se on laadittu tämän työn tapaan opinnäytetyönä ja sen on tehnyt Jari Aalto vuonna 2012. Sen vuoksi tuulivoimaloita ei käsitellä tässä työssä

uudestaan. Ohjelman noudattamisesta huolehtii koulun opetuspuoli, mutta kiinteistöpuoli varmistaa säännöllisesti, että vaaditut toimenpiteet on suoritettu.

### 5.2.1 Keskukset

Koulun sähkönjakelussa esiintyvät keskukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: pääkeskukset, nousukeskukset ja jakokeskukset. Pääkeskus on kiinteistön sähkönjakeluverkon lähtökohtana ja sen toimintakunnolla on yleensä merkitystä kaikkiin sen syöttämiin keskuksiin. Siksi sen vikaantumisesta tai huollosta aiheutuva käyttökatkos voi haitata isoa osaa kiinteistöä. Nousukeskukset ovat hierarkiassa seuraavana ja ne sijaitsevat yleensä pääkeskuksen ja ryhmäkeskusten välissä. Nousukeskus sijoitetaan lähelle käyttökohdetta, jonka jälkeen siitä jaetaan lähdöt varsinaisiin jakokeskuksiin. Tämä vähentää mm. kaapeloinnin määrää. Nousukeskuksista käyttökatkosta aiheutuva haitta-alue on pienempi kuin pääkeskuksella, mutta varsinainen haitta riippuu syötettävästä kohteesta. Jakokeskus on hierarkiassa viimeisenä ja se toimii varsinaisten kulutuslaitteiden ja sähköliitantojen sähkösyöttäjänä. Niistä aiheutuva vika on jo hyvin rajattu, joten ei voida puhua enää merkittävästä haitasta. Tämä oletamus ei aina pidä paikkaa, koska keskus voi syöttää jotain hyvin tärkeää yksittäistä kohdetta.

Ensimmäisenä tehtävään otetaan mukaan keskuksien ja laitteiden aistinvarainen tarkastus, jossa varmistetaan niiden mekaaninen kunnon. Silmämääräisesti tarkastetaan varsinaisten keskuksien rakenteet sekä laitteet vaurioiden ja korroosion varalta. Samalla tarkastetaan, että keskuksen tiiveys ei ole huonontunut. Tiiveyttä huonontavat keskuksessa olevat ylimääräiset aukot ja etukansien huono lukitus. Aukkoja voi syntyä kun keskukselta poistetaan käytöstä kaapeleita ja sen läpivientiä ei tukita. Tiiveydellä varmistetaan, ettei keskuksen sisälle pääse vierasesineitä tai pölyä. Niiden vaikutuksesta keskuksen sisäinen palokuorma kasvaa ja kojeiden jäähdytyskyky heikkenee. Lisäksi läpilyöntiriski kasvaa, jos keskuksen sisälle pääsee sähköä johtavia hiukkasia. (Alainen 2015, 54) Tästä asiasta saatiin koulun C - talossa kesällä 2013 varoittava esimerkki. Muiden asennustöiden yhteydessä huomattiin, että yhden keskuksen kontaktorien päällä oli kertynyt runsaasti pölyä. Keskuksessa katsottiin tuolloin olevan selvä paloturvallisuus riski, joten se puhdistettiin imuroimalla. Kunnan tarkastuksen yhteydessä suoritetaan vielä luvun 5.1 mukainen liitosten tarkastus. Tässä tapauksessa on otettava huomioon, että keskuksien sisällä liitokset ovat yleisesti ruuviliitoksia. Tämän kaltaiset liitokset ovat alttiita



löystymään lämpötilanvaihteluiden tai mekaanisen tärinän vaikutuksesta. Niitä ei saa kiristää liian kireäksi, koska lämpötilavaihteluiden ansioista johdin saattaa katketa tai löystyä. (Alhainen 2015, 95)

Seuraavaksi tarkastetaan keskuksien sisältämien laitteiden toimintakunto ja asettelut. Pääkeskuksella ja nousukeskuksilla laitteet ovat lähinnä kytkentälaitteita, joilla ohjataan keskuksen lähtöjä päälle ja pois. Pääkeskuksilla PK1, PK2, PK3 ja PK4 on käytössä perinteisiä sulakkeilla varustettuja kytkinvarokkeita, ainoastaan PK5:ssä on käytössä katkaisijoita. Kytkinvarokkeissa suojaus tapahtuu kahvasulakkeiden avulla, joten suojauksen koestusta vaatii sulakkeen laukaisemisen. Sen vuoksi sulakkeiden koestusta ei katsota järkeväksi. Pohdittiin kuitenkin mahdollisia toimenpiteitä, jotta varmistetaan laitteiden oikeanlainen toiminta. Kytkinvarokkeen sisältämien sulakkeiden täytyisi olla suunnitelmien mukaisesti oikean kokoiset suojauksen selektiivisyyden takia. Pyritään siis huolehditaan sulakkeiden selektiivisyyden säilymisestä. Kytkimen täytyy myös pysyä tekemään syötettävä kohde jännitteettömäksi, joten kytkimen toiminta voidaan testata. Tässä kuitenkin on noudatettava harkintaa, jotta ei aiheuteta ylimääräistä haittaa toiminnalle.

PK5 käytetään Schneider Electric Oy:n valmistamia NSX - sarjan kompaktikatkaisijoita. Valmistajan mukaan katkaisijoiden osalta on huolehdittava tiettyjen ympäristöolosuhteiden täyttymisestä ja on suoritettava säännöllisesti ennakkoivia huoltotoimenpiteitä. Valmistajan ohjeessa esitellään tarkemmin ympäristöä koskevat vaatimukset ja toimenpiteitä varten suositellaan kolmitasoisia ohjelmaa. Ensimmäisen tason (taso II) toimenpiteisiin kuuluu silmämääräiset tarkastukset, toiminnan tarkastukset ja viallisten laitteiden vaihdot. Toiseen tasoon (taso III) kuuluu samojen toimenpiteiden lisäksi myös huoltotoimenpiteet ja katkaisijaan kuuluvien laitteiden testaukset. Kolmanteen tasoon (taso IV) kuuluu toisen tason lisäksi myös diagnostiikka ja korjaus toimenpiteet. Tasojen tarkemmat toimenpiteet on esitetty valmistaja ohjeen taulukossa. Jokaisella tasolla on olemassa omat toimenpidejaksot: yksi vuosi (taso II), kaksi vuotta (taso III) ja viisi vuotta (taso IV). Laitteiden toimintakunnon ja turvallisuuden kannalta vähimmäisvaatimuksena voidaan pitää ensimmäistä tasoa (taso II). Se voidaan helposti suorittaa noudattamalla valmistajan ohjeita. Tämän jälkeen toisella ja kolmannella tasolla toimenpidevaatimukset kiristyvät, joten koulun henkilökunnan osaaminen ja resurssit voivat tulla vastaan. Valmistaja ehdottaakin ohjeissaan, että tason III toimenpiteet suorittaisi Schneider Electric Services. (Schneider Electric 2012, 131 - 132)

Ulkoisen palvelun käyttäminen voi olla suositeltavaa, koska myös keskuksen PK5 pääkatkaisijat on valmistanut Schneider Electric. Katkaisijat ovat mallia Masterpact ja valmistaja suosittelee niille samankaltaista kattavaa kolmitasoista huolto-ohjelmaa kuin kompaktikatkaisijoille. Ensimmäisen (taso II) ja toisen (taso III) tason toimenpiteet voidaan suorittaa oman henkilökunnan toimesta valmistajan ohjeita noudattamalla. Ensimmäisen tason toimenpiteet suositellaan tehtävän kerran vuodessa ja toisen tason toimenpiteet joka toinen vuosi. Näiden lisäksi viiden vuoden välein suositellaan tehtävän valmistajan suorittama diagnoosi ja osien vaihto. (Schneider Electric 2013, 12 - 14)

Valmistajan ohjeista selviää erittäin hyvin toimenpiteet ja suoritusjaksot, mutta vielä on epäselvää miten varsinaiset toimenpiteet suoritetaan. Koululla on jo olemassa huoltosopimuksia Schneider Electric:n kanssa. Näin ollen katkaisijat voitaisiin ottaa mukaan johonkin näistä olemassa olevista sopimuksista. Ainakin katkaisijoiden kattavammat huoltotoimenpiteet olisi järkevintä ottaa sopimukseen mukaan. Henkilöstöressurssien koko on rajallinen, mutta katkaisijoita on lukumääräisesti suhteellisen vähän. Vaativammat toimenpiteet ovat kuitenkin varsin kattavia ja niiden katsotaan vaativan kattavan perehdyttämisen tai koulutuksen.

Muissa pääkeskuksissa, paitsi PK4:ssä, jossa käytetään kytkinvaroketta, käytetään ABB:n valmistamaa SACE S7 katkaisijaa ja mikroprosessipohjaista PR211 - ylivirtarelettä. Valmistajan ohjeissa käsitellään näitä laitteita koskevia huolto ja kunnossapito-toimia hyvin suppeasti. Ohjeiden mukaan riittävinä toimenpiteinä pidetään katkaisijan ja releen koestuksia. Katkaisijan koestetaan suorittamalla muutaman kerran katkaisijan avaus ja sulkeminen. Releen koestus puolestaan tapahtuu erillisen TT1 - testauslaitteen avulla. (ABB - PR211 ym., 5) Valmistaja ei kuitenkaan anna ohjeissaan suosituksia sopivien koestusjaksojen suhteen, joten se jää tässä tapauksessa käyttäjän päätettäväksi. Valmistajan ohjeista saadaan kuitenkin se kuva, että koestuksia tarvitsee suorittaa vain tarpeen tai harkinnan mukaisesti.

Jakokeskuksissa tärkeimpänä kytkinlaitteena toimii pääkytkin. Yleensä jakokeskuksilla ei ole pääsulakkeita, koska niiden suojaus on toteutettu pää- tai nousukeskuksella kytkinvarokkeella. Pääkytkimen täytyy pystyä kuitenkin erottamaan keskus jännitteettömäksi, joten sen toiminta voi olla tarpeenmukaista testata. Jakokeskuksen kuormalaitteiden turvallisuudesta vastaavat suojalaitteet kuten sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet. Näistä säännöllistä huolehtimista vaativat ainoastaan vikavir-

tasuojat. Niiden vaatimia toimenpiteitä ja aikataulua käsitellään myöhemmin luvussa 5.2.2. Keskuksiin liittyy myös kuormalaitteiden ohjauslaitteet, joiden osalta tarkastetaan mekaaninen kunto ja testataan tarpeenmukaisesti toimintakyky.

Keskeneräisessä huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa oli laadittuna jo aikataulut keskuksien osalta. Myös toimenpiteitä oli listattu, mutta ne olivat vielä varsin alkuvaiheessa. Ohjemaan kuului keskuksien tarkastus kerran vuodessa, kolmen vuoden välein ja kuuden vuoden välein. Kerran vuodessa suoritettiin kaikkien keskuksien yleinen kunnan ja toiminnan tarkastus. Keskukset sijaitsevat lähes yksinomaan puhtaissa kuivissa tiloissa, ulkoisten rasitusten ja kulumisen oletetaan olevan hyvin vähäistä, joten aikataulu kuu- lostaa aluksi vähän tiukalta. Kyseiset toimenpiteet voidaan kuitenkin suorittaa varsin nopeasti ja vaivattomasti. Lisäksi joissain tiloissa keskukseseen voi päästä käsiksi tilan käyttäjät, joten erityisesti niiden turvallisuus on suotava varmistaa. Pidetään aikataulu samana kuin aikaisemmin, koska sen muuttamiselle ei ole erityistä tarvetta. Muut aika- taulut liittyivät keskuksien liitäntöihin ja liitoksiin. Erot syntyvät nousukeskuksien ja muiden keskuksien välille. Nousukeskuksien osalta tarkastus oli kuuden vuoden välein ja muiden keskuksien osalta kolmen vuoden välein. Erilaisten aikataulujen etuna on, että ei synny päällekkäisyyksiä, mutta sama etu saavutetaan myös yhtenäisellä aikatau- lulla portautuksen avulla. Aikataulujen erilaisuus ei siis ole ongelma, mutta niiden tahti voi olla liian nopea tai liian hidas. Jos keskuksien liitoksia kiristetään liian usein, siitä voidaan katsoa aiheutuvan ylimääräistä haittaa toiminnalle, koska keskus joudutaan tekemään jännitteettömäksi. Arvioidaan tämän perusteella aikataulujen sopivuus. Tätä varten arvioidaan keskuksien vaatimusluokitukset. Jakokeskuksien katsotaan kuuluvan tavalliseen luokitukseen, koska kuluminen on erittäin vähäistä ja aiheutuva haitta on yleensä myös vähäistä. Pää- ja nousukeskuksien osalta asia oli hankalampi. Niiden vioittumisen voidaan katsoa aiheuttavan merkittävästi käyttöä, jolloin ne kuuluisivat erit- täin vaativaan luokkaan. Liitoksen vikaantuminen katsotaan johtuvan lähinnä löystymi- sestä eikä johtimen täydellistä irtoamista voidaan pitää todennäköisenä. Löystynyt liitos ei aiheuta suoraan haittaa käytölle, mutta sen lämpötila voi kasvaa vaarallisen suureksi erityisesti suurilla virroilla. Löystymistä voivat edistää esimerkiksi värinät ja kuormi- tuksen vaihtelut. Asennusympäristöt ovat keskuksien osalta kuivia tiloja kuten käytäviä, luokkia ja erillisiä sähkötiloja, joissa liitoksiin vaikuttavien tekijöiden esiintymistä pide- tään olemattomana. Koulun toiminnan katsotaan olevan tasaista koko päivän ajan, joten kuormitusvaihtelujen katsotaan olevan vähäisiä. Tehdään näiden pohdintojen perusteella arvio, että keskukset sijoittuvat tavalliseen luokitukseen. Tämän perusteella aikatauluja

voitaisiin muuttaa löysemmäksi, koska suositeltava tarkastusväli on kuusi vuotta (Sähkötieto ry 2006b, 4). Uusi aikataulu vähentäisi jo ennestään rajallisen huoltohenkilöstön kuormitusta ja käyttökeskeytysten määrää. Sitä paitsi keskuksien kuntotarkastuksen yhteydessä liitoksien kuntoa voidaan arvioida etukäteen lämpökuvauksen avulla.

### 5.2.2 Vikavirtasuojakytkimet

Vikavirtasuojakytkimien tehtävänä on suojella sähkölaitteen käyttäjää vaarallisilta kosketusjännitteiltä. Sen toiminta perustuu vaihe- ja nollavirran seurantaan. Jos niiden erotus ylittää laukaisukynnyksen, tapahtuu laukaisu. Vikavirtasuojia on erityyppisiä riippuen siitä minkä tyyppistä virtaa niiden läpi kulkee. (Tiainen 2013b, 2 & 4). Ne voivat olla kiinteästi asennettavia tai pistorasiaan kytkettäviä. Koululla käytössä olevat vikavirtasuojat ovat enimmäkseen kiinteästi asennettuja. Erityistilanteita varten on olemassa liikuteltavia pistorasiaan liitettäviä malleja, mutta niiden käyttö on vähäistä. Kiinteästi asennettavia vikavirtasuojia on yleensä pelkästään sähkökeskuksissa. Lisäksi on olemassa joitain vikavirtasuojilla varustettuja pistorasioita.

Vikavirtasuojien toiminnallisuuden varmistamiseksi ne tulee testata määrävälein. Testaus suoritetaan painamalla vikavirtasuojan testauspainiketta valmistajan ohjeiden mukaisesti. Vikavirtasuoja pitäisi tämän jälkeen laueta välittömästi. Tämä on normaali tapa testata vikavirtasuojia, mutta niitä voidaan tarvittaessa testata myös sähköasennustesterrillä. Sen avulla saadaan tarkempia tuloksi kuten toiminta-aika ja -virta. Näistä tuloksista voidaan nähdä vikavirtasuojan todellinen toimintakunto. Jos testauksessa ei tapahdu laukaisua, vikavirtasuoja on jumittunut eikä toimintaan ei voida enää luottaa. Toimimattomuus voi johtua myös siitä, että vikavirtasuoja ei ole jännitteinen. Jos vikavirtasuoja ei jännitteisyydestä huolimatta laukea, se on vaihdettava uuteen ja testattava uudestaan. Muista tehtävistä poiketen tämän tehtävä päiväkirja ei sijaitse verkkopalvelussa vaan testauksista tehdään kirjaus keskuksen läheisyydessä olevaan päiväkirjaan. Päiväkirjaan tulee kirjata testauspäivä, testauksen suorittajan nimi ja mahdolliset havaitut puutteet.

Vikavirtasuojien testauksia varten pitää määritellä suoritusjaksot. Oikean jakson valitseminen ei kuitenkaan ole yksiselitteistä. Sopiva tarkastusväli laaditaan valmistajien ohjeet huomioiden. Valmistajien ohjeet voivat kuitenkin vaihdella keskenään, joten täytyy löytää kaikkien kannalta sopiva vaihtoehto. Jos valmistajan ohjeita ei löydy, jouduu

taan soveltamaan muiden valmistajien ohjeita tai hyödyntämään yleisiä suosituksia. Näiden lisäksi tulee ottaa huomioon myös kohdekohtaiset tekijät. Näitä ovat esimerkiksi testauksista aiheutuvat hetkelliset käyttökatkokset. Tätä kautta selventyy aiheutuuko testauksista esimerkiksi ylimääräistä haittaa muulle työskentelylle.

Koululla oli jo olemassa vikavirtojen testauksesta huolehtiva ohjelma, joten tässä työssä on arvioitu vain sen toimivuus. Arvioinnissa on käytetty useiden valmistajien ohjeita, koska kohteessa on lukuisien valmistajien tuotteita. Kaikkien valmistajien ohjeita ei ole otettu huomioon kohteen suuren koon vuoksi. Vanhan ohjelman mukaisesti testaukset suoritetaan puolenvuoden välein. Tämä aikataulu on yhtenevä kahden valmistajan ja yhden suosituksen kanssa eikä se ylitä toisen suosituksen mukaisesti suosituksien mukaisesti yhtä vuotta (ABB - Pienjännitekojeet, 44; Hager 2011, 1; Tiainen 2013b, 2; Sähkötieto ry 2006b, 4). Myös henkilöstöresursseihin kohdistuva kuormitus voidaan katsoa pieneksi, koska tässä tapauksessa testauksia voivat suorittaa myös opastetut henkilöt. Käyttökeskeytysten haitta taas voidaan minimoida, jos tarkastukset suoritetaan esimerkiksi koulun loma-aikoina. Näin ollen ei katsota tarpeelliseksi muuttaa ohjelman aikataulua. Väliaikaisesti pistorasiaan liitettävät vikavirtasuojakytkimet testataan aina ennen käyttöönottoa.

### 5.2.3 Sisävalaistus

Valaistuksella huolehditaan työskentely- ja oleskelutilojen toimintaedellytyksistä kun luonnonvalo ei riitä tai sitä ei ole. Tämän ylläpitämiseksi tarvitaan riittävän kattava valaistushuolto, jonka avulla säilytetään valaistuksen toimintakunto. Huollon tärkeimpänä tehtävänä on huolehtia kuluvista ja vikaantuvista osista. Yleensä itse valaisin ei käytössä vikaannu vaan sen kuluvat komponentit kuten lamput ja sytyttimet. Lamput voidaan vaihtaa kun ne palavat loppuun tai ennakoivilla vaihtotoimenpiteillä. Ennakoivan huollon etuna tilan valaistusvoimakkuutta voidaan ylläpitää halutulla tasolla. Tämä johtuu siitä, että lamppujen valovirta eli kokonaisvalaistusvoimakkuus heikkenee ajan kuluessa (Ahponen 2003, 1). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tilan valaistus himmenee ajan myötä. Tämä voi vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi tilan viihtyvyyteen tai työskentelyedellytyksiin, joten ennakoiva vaihto voi joissain tapauksissa olla paikallaan. Ne voidaan suorittaa yksittäis- tai ryhmävaihtoina. Ryhmävaihdossa vaihdetaan kerralla esimerkiksi yhden tilan kaikki lamput. Vaihtojen aikana on hyvä suorittaa myös itse va-

laisimen tarkastus. Tähän kuuluu esimerkiksi mekaanisen kunnan ja kiinnityksien varmistus. Kun itse valaisin on tarkastettu, suoritetaan vielä lopuksi tarpeenmukainen puhdistus. Lamppuihin kertyvä lika riippuu tilasta aiheutuvasta kuormituksesta ja valaisimen rakenteesta. Puhtaissa ja kuivissa tiloissa, kuten koulun tiloissa, kuormituksen voidaan katsoa olevan pölyä, joka voidaan poistaa helposti pyyhkimällä.

Kun varsinaisten valaisimet ovat kunnossa, huolehditaan, että myös niiden ohjaukset ovat kunnossa. Toimintakunto on helpoin huolehtia tarkastamalla ohjauslaitteiden mekaaninen kunto ja kytkemällä ohjaukset päälle. Testauksen tarpeellisuus ja laajuus riippuvat puolestaan siitä miten ohjaus on käytännössä toteutettu. Se on voitu toteuttaa esimerkiksi pelkillä kytkimillä, päivänvalon perusteella tai aika-ohjauksilla. Näiden lisäksi voi olla käytössä valaistuksenohjausjärjestelmä, jonka avulla ohjataan useiden tilojen valaistuksia keskitetysti. Testauksien laajuudessa on hyvä pohtia, mitkä ovat saavutetut edut. Esimerkiksi kannattaako varastotilojen valaistuksia testata ollenkaan ja kiinnittääkö huomio enemmän toiminnan kannalta tärkeämpiin kohteisiin. Varsinaisten testauksien rinnalle tulee mukaan myös tilojen käyttäjien vikailmoitukset.

Valaistushuoltoa varten pitää laatia oikeanlainen aikataulu. Koululla valaistushuolto oli ennen tämän työn laadintaa toteutettu pelkästään jatkuvan tarkkailun avulla. Sen mukaisesti havaintojen ja saatujen vikailmoitusten perusteella suoritettiin tarvittavat toimenpiteet. Tämän tarkoittaa käytännössä sitä, että valaistusta koskien ei suoriteta mitään ennakoivaa huoltoa ja kunnossapitoa. Valaistuksen toimintakunnan varmistamiseksi tämä ei ole paras ratkaisu, mutta se on henkilöstöressurssien kannalta kevyempi ratkaisu ja kustannusten hallinta on helppoa. Tätä asiaa pohditaan vielä tarkemmin tämän kappaleen jälkeen. Sen sijaan valaistuksenohjaus voisi kaivata säännöllisempiä toimenpiteitä. Ohjauksien vikaantumisriskiä pidetään pienenä ja vikailmoitusten avulla oletetaan saatavan tiedot koulun toimintaa haittaavista vioista. Tämän vuoksi tärkeämpää on huolehtia, että ohjauksien asettelut ovat asianmukaiset. Suurin saavutettu etu on energian säästö kun ohjaukset toimivat vain niille suunniteltuina aikoina. Koulun tapauksessa on myös suotavaa pohtia rajauksen teettämistä, koska kohde on todella suuri. Lisäksi henkilöstöllä ei löydy osaamista kaikkien valaistuksenohjausjärjestelmien suhteen. Kiinnitetään huomio siksi suurimpaan järjestelmään, jolla on suurin merkitys energian säästöjen kannalta. Tärkeimpänä järjestelmänä voidaan pitää rakennusautomaatiota, koska se huolehtii lähes kaikista aika-ohjauksista sekä lukuisista päivänvalo-ohjauksista. Näiden asettelujen tarkastus voidaan suorittaa keskitetysti graafisen käyttö-

liittymän avulla, joten tarkastus voidaan helposti suorittaa tietokoneella. Valitaan sopiva aikataulu suositusten perusteella. Normaalisti pitäisi määrittää järjestelmän vaatimusluokitus, mutta suositeltu aikataulu on sama kaikissa luokissa. Näin ollen suoritetaan ohjauksien tarkastus kerran vuodessa (Sähkötieto ry 2006e, 2). Jos kyseisessä järjestelmässä ei havaita muutoksia tai muutostarpeita, siinä tapauksessa on suositeltavaa vaihtaa tarkastuskohdetta.

Valaisimien lamppujen täytyy lopulta vaihtaa jossain vaiheessa, joten lopputulos on käytännössä sama sekä tarpeenmukaisessa että ennakoivassa huollossa. Tarpeenmukaisella huollolla ei kuitenkaan voida ylläpitää valaistuksen suorituskykyä eli valaistusvoimakkuutta ja tasapainoisuutta. Nämä ongelmat korostuvat erityisesti suurissa tiloissa, kuten luokkahuoneissa, joissa on paljon valaisimia. Uusien lamppujen valaistusvoimakkuudet ovat suuremmat kuin vanhojen, joten niiden vaikutuspiirissä valaistus on varmasti riittävä. Vanhojen lamppujen vaikutuspiirissä valaistus puolestaan heikkenee, joten tilan valaistuksen tasapainoisuus alkaa vinoutua ajan myötä. Koululla runsaasti käytettyjen loisteputkien valaistusvoimakkuus on vähentynyt noin 40 % eliniän loppuvaiheessa (Ahponen 2003, 2). Jos valaisimia ei vaihdeta ja lamput eivät hajoa, valaistuksen riittävyys voi pudota joissain osissa tilaa liian alhaiseksi. Tämä voidaan ratkaista käyttämällä ennakoivaa huolto. Koululla opetustoiminta järjestetään pääasiassa isoissa luokkahuoneissa, joten niiden riittävän valaistuksen varmistamista voidaan pitää tärkeänä. Sen vuoksi laaditaan seuraavaksi aikataulu lamppujen vaihtoja varten.

Paras lopputulos saadaan kun lamput vaihdetaan ryhmävaihtona eli kaikki yhden tilan lamput vaihdetaan yhdellä kertaa. Suunnittelussa voidaan lähteä liikkeelle vaikka lamppujen pitoajan eli käyttöajan määrittelystä. Sen perusteella arvioidaan sopiva aikataulu ennakoivaa huoltoa varten. Pitoaika voidaan laskea kaavan 1 avulla (Ahponen 2003, 5). Erityisesti suurissa kohteissa aikataulun valinta on tehtävä huolella, jotta henkilöstöä ei kuormiteta liikaa ja, että kustannukset eivät kasva kohtuuttomasti.

$$t_p = z \cdot \frac{T}{t_k} \quad (1)$$

$z$  = on lamppujen suhteellinen loppuunpalamisikä

$T$  = lamppujen 50 % loppuunpalamisikä / h

$t_k$  = lamppujen vuotuinen polttoaika / h/a

$t_p$  = lamppujen pitoaika / a

Koululla toiminta keskittyy pääasiassa luokka ja työhuoneisiin, joiden valaistus on toteutettu loisteputkivalaisimilla. Katsotaan että näissä tiloissa on tärkeää huolehtia valaistuksen suorituskyvystä, joten laskentaan edellisen kaavan avulla lamppujen pitoajat. Tätä varten pitää hakea lamppuja koskevat tiedot. Koululla näissä tiloissa on käytössä pääasiassa kahden malli loisteputkia: G5-kantaisia ja G13-kantaisia. Vertailuun on otettu kolmen valmistajan, Airam, Osram ja Phillips, perusmallisten G5- ja G13-kantaisten loisteputkien tiedot. Airam ilmoittaa loisteputkiensa polttoiksi 20000 (G13) ja 24000 (G5) tuntia (AIRAM Valonlähteet: T5 vakioiloistelamput G5; AIRAM, Valonlähteet: T8 vakioiloistelamput G13). Phillips ilmoittaa loisteputkiensa eliniäksi 20000 (G13) ja 24000 (G5) tuntia (Phillips 2015, 2; Phillips 2016, 2). Osram käyttää erilaista terminologiaa ja ilmoittaa loisteputkiensa osalta eliniäksi 20000 (G13) ja 24000 (G5) tuntia. (OSRAM 2016a, 4; OSRAM 2016b, 2 - 4) Valmistajien kesken voidaan huomata eroja terminologiassa. Jotta laskennassa käytettäisiin oikeita muuttujia, eri termien merkitys on selvitettävä. Airam tarkoittaa ilmoittamallaan polttoiällä lamppujen 50 % loppuun palamisaikaa (AIRAM, Lampun elinikä). Phillips tarkoittaa eliniällä lamppujen 50 % loppuun palamisaikaa. Osram ei määrittele tiedoissaan mitä se tarkoittaa eliniällä. Sen katsotaan tarkoittavan 50 % loppuun palamisikää, koska eliniät vastaavat muiden valmistajien tietoja. Tälle päätelmää tuetaan Lampputieto - hankkeen nettisivuilla. Tietojen mukaan lamppujen pakkausmerkinnässä ilmoitettu käyttöikä määritellään IEC - standardin mukaisella mittausjärjestelyllä, jossa lamppuja poltetaan kunnes 50 % niistä on palanut loppuun (Motiva Oy). Sivuston tietojen pitäisi olla puolueettomia ja luotettavia. Hanketta koordinoi Motiva Oy, joka on valtion omistama asiantuntija yritys (Motiva Oy 2016). Hankkeessa on lisäksi mukana lamppujen valmistajia, kuten Osram, ja ministeriöitä. Näin ollen tietoa voidaan pitää suurella todennäköisellä luotettavana.

Tämän jälkeen määritellään lamppujen vuotuinen polttoaika. Kesä ja heinäkuussa kohteessa ei käytännössä ole opetustoimintaa, joten oletetaan, että koulu on täydessä toiminnassa vain kymmenen kuukauden ajan. Koululla on päätoimista opetusta vain arkipäivinä, joten huomioidaan vain arkipäivät. Jokaisena päivänä oletetaan olevan vähintään kahdeksan tuntia opetusta. Vuotuiseksi polttoajaksi saadaan tällöin 1680 tuntia. Lopuksi tarvitsee vielä määritellä suhteellinen loppuun palamisikä. Sitä varten tulee arvioida mikä on lamppujen keskimääräinen polttoaika. Valaisinhuoltoa käsittelevässä suosituksessa on esitetty kuvaaja, josta voidaan valita edellisen tiedon perusteella sopiva suh-



teellisuuskertoimen. Polttoaikoja on tätä laskentaa varten valittu useita, jotta voidaan vertailla pito-aikoja. Laskennan tulokset ovat nähtävissä taulukosta 1.  $t_{p1}$  nähdään G13 - loisteputkien pitoajat ja  $t_{p2}$  nähdään G5 - loisteputkien pitoajat.

$$t_p = 0,8 \cdot \frac{20000 \text{ h}}{1680 \text{ h/a}}$$

$$t_p = 9,524 \text{ a}$$

$$t_p \approx 9,5 \text{ a}$$

taulukko 1. Pitoaikojen vertailu

$t_k \text{ (h)}$	2	3	4	6
$z$	0,8	1,0	1,1	1,2
$t_{p1} \text{ (a)}$	9,5	11,9	13,1	14,3
$t_{p2} \text{ (a)}$	11,4	14,3	15,7	17,1

Tuloksista nähdään että loisteputki tyyppien välillä on vain vähäisiä eroja, joten niille ei ole järkevää lähteä laatimaan omia aikatauluja. Sen sijaan valitaan kohteen toiminnan kannalta sopiva aika, jota voidaan noudattaa molempien lampputyypin kohdalla. Sitä varten suoritetaan pitoaikojen arviointi pahimmassa tilanteessa. Opetus ja työskentely tapahtuvat pääasiassa luokka- ja työhuoneissa. Lähiopetuskertojen pituus vaihtelee runsaasti, joten on vaikea valita juuri sopivaa aikaa. Oppitunnit ovat kuitenkin yleensä usean tunnin mittaisia, joten minimi pituutena pidetään kahta tuntia. Huomioidaan myös, että valot voivat jäädä päälle eri tuntien välissä. Nostetaan tämän seurauksena keskimääräinen polttoaika kolmeen tuntiin. Lähiopetus kerrat voivat olla myös neljä tuntia pitkiä, mutta ne eivät ole yleensä kuusituntisia. Valitaan maksimi polttoajaksi kolme tuntia, koska näin huomioidaan peräkkäisten tuntien vaikutus eikä jätetä huomioimatta lyhyiden ja pitempien oppituntien vaikutusta. Lisäksi kolmea tuntia voidaan pitää sopivana pitoaikana myös työhuoneiden osalta, jos huomioidaan kahvi- ja ruokatauot. Taulukon X mukaan pitoajat ovat tällöin 12 (G13) ja 14 (G5) vuotta. Pahimman tilanteen varalta on suositeltavampaa käyttää G13 loisteputkien pitoaikaa. Lamppujen vaihtoväliksi saatisiin tällöin 12 vuotta. Valaistushuoltoasus suosittelee vaihtoväliksi 5 - 7 vuotta, kun kyseessä on toimistoympäristö. Ero näyttäisi kuitenkin perustuvan eri polttoaikojen käyttöön. Suosituksen mukainen vaihto-aika näyttää perustuvan hyötypolttoajan käyttöön. Tällä tarkoitetaan polttoaikaa, jossa valaistusvoimakkuus on laskenut 30 %. Huomioitavaa on kuitenkin se, että tämä aika sisältää sekä valovirran alenemisen että palaneiden lamppujen suhteellisen määrän. Jos kuitenkin palaneet lamput vaihde-

taan uusiin, katsotaan, että tätä vaihtoaikaa voidaan siirtää. Silloin voidaan käyttää ainoastaan valovirtaa koskevaa kuvaajaa, jonka perusteella 30 % alenema saavutetaan suunnilleen silloin kun nimellispolttoajasta tulee täyteen 50 %. (Ahponen 2003, 2) Annetun suosituksen todellinen pitoaika olisi tällöin 10 - 14 vuotta. Näin ollen voidaan todeta, että saatu lopputulos on ainakin suosituksien mukainen. Käyttäjän pohdittavaksi jää enää kumpaa vaihtoehto halutaan käyttää, jossa on hyvä arvioida tavoitteet ja tarpeet. Hyötykäyttöajalla saavutetaan parempi valaistusvoimakkuuden taso, mutta vaihtotiheys on suurempi ja kustannukset tätä kautta suuremmat.

Ryhmävaihdot on järkevää suorittaa portautetusti koulun suuren koon ja rajallisten henkilöresurssien takia. Koululla on 12 rakennusta, joista löytyy luokka- ja työhuoneita. Kesällä alkaa loma-aika, josta varsinaista loma-aikaa voidaan katsoa olevan kesä- ja heinäkuu. Toiminnan keskeytysten vähentämiseksi vaihdot olisi hyvä suorittaa tänä aikana. Otetaan myös huomioon, että toiminta alkaa hiljetä jo toukokuussa ja vastaavasti elokuussa toiminta alkaa portaittain käynnistyä koulutusohjelmasta riippuen. Näin ollen voidaan katsoa, että ryhmävaihtoja varten käytössä oleva aika on kahdesta neljään kuukauteen. Varsinaisena loma-aika tulisi siksi varata isoille taloille ja muu aikana pienemmille taloille. Nämä asiat huomioon ottaen voitaisiin ryhmävaihtojen osalta noudattaa esimerkiksi neljävuotista jaksotusta. Neljän peräkkäisen vuoden aikana vaihdetaan kerran vuodessa kolmen talon valaisimet. Aikatauluun saadaan varattua kuukausi ylimääräistä aikaa muita työtehtäviä varten.

#### **5.2.4 Ulkovalaistus**

Ulkovalaistuksen tarkoituksena on valaista tarvittavat ulkoalueet. Koululla huolehditaan pääasiassa rakennuksien julkisivujen ja parkkipaikkojen valaisemisista. Valaistuksen tarkoitus on käytännössä sama kuin sisävalaistuksessa, mutta siihen liittyy myös ihmisten turvallisuutta koskeva merkitys. Alueella liikkuva henkilöt pystyvät riittävän valaistuksen ansioista näkemään hyvissä ajoin muut vastaantulijat ja arvioimaan heidän aikeensa. Tätä voidaan pitää erityisen tärkeänä parkkipaikoilla ja muilla kulkureiteillä, joissa liikkuu autoja ja muita kulkuneuvoja.

Ulkovalaisimien osalta tulee huomata, että sisätiloista poiketen ne ovat alttiita luonnonoloille. Sen vuoksi mekaanisten vaurioiden, korroosion ja likaantumisen riski on huo-

mattavasti suurempi. Tämän vuoksi tehtävään on sisällytettävä mekaanisen kunnon tarkastus, jonka avulla pystytään tarkkailemaan valaisimien kuntoa. Ennen tarkastuksen suorittamista kytketään valaistus päälle manuaalisesti, jotta samalla voidaan tarkastaa lamppujen toiminnallisuus. Tarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella suoritetaan viallisten osien vaihdot ja likaisten valaisimien puhdistus. Huoltotoimenpiteet saattavat vaatia nostolaitteen käyttöä, joten työturvallisuuden kannalta valaisimien testaukset tulee tehdä valoisan aikaan.

Lamppujen vaihtoihin liittyen voidaan katsoa, että turvallisuuden kannalta lamppujen toiminnallisuus on tärkeämpää kuin niiden valaistusvoimakkuus. Koulun tapauksessa ulkovalaistuksella ei valaista varsinaisesti työalueita, joten myös tästä näkökulmasta valaistusvoimakkuus ei ole yhtä tärkeää merkitystä. Näin ollen ryhmävaihtoja ei tarvittaisi mutta valaistusryhmän toiminnallisuuden katsotaan paranevan, jos lamput vaihdetaan samaan aikaan. Koululla vaihtoja suoritetaan sekä yksittäis- että ryhmävaihtoina. Ryhmävaihtoja varten ei kuitenkaan ollut olemassa aikataulua vaan ne vaihdettiin harkinnan mukaisesti. Tätä vaihtoehtoa voidaan käyttää aikataulun sijaan, jos vaihdoista tehdään selkeä dokumentointi. Sitä voidaan helpottaa jakamalla koulun ulkoalueet ryhmiksi. Tämän jälkeen lamput vaihdetaan aina ryhmä kerrallaan. Dokumentointiin tehdään merkintä milloin vaihto on suoritettu ja minkälaisia vaihdetut lamput olivat. Näitä tietoja vertaillaan lamppujen suoritusarvoihin ja arvioidaan milloin lamput pitää jälleen vaihtaa. Tämä on alkeellinen versio ryhmävaihto-ohjelmalle, mutta sen katsotaan olevan riittävä koulun tarpeisiin. Kattavampaa ohjelmaa varten olisi huomioitava sekä valaisimien että lamppujen alenemakertoimet. Niiden tulona laskettaisiin valaisimien kokonaisalenemakerroin jota hyödynnetään ohjelman suunnittelussa. Tarkempia ohjeita kattavamman ohjelman laadintaan on annettu CIE:n raportissa 15x:2003. (Nyman 2003, 5 - 6)

Valaisimien tarkastuksen jälkeen huolehditaan, että ohjaukset toimivat suunnitellulla tavalla. Ulkovalaistusta ohjataan pääasiassa päivänvalon avulla eli ulkotilojen valaistusvoimakkuuden mukaan. Kun valaistusvoimakkuus laskee riittävän alas, valaistuksen pitäisi syttyä. Valaistusvoimakkuus asetteluiden on oltava valaistuksen toiminnan ja tarkoituksen kannalta kohdallaan, koska väärin toimiva valaistus kuluttaa turhaan energiaa. Sisävalaistuksen tavoin myös ulkovalaistuksen ohjaus hoidetaan koululla rakennusautomaation avulla. Järjestelmän graafisen käyttöliittymän avulla voidaan muuttaa

haluttuja asetteluja. Sieltä voidaan säätää valaistusvoimakkuusrajat ja halutessa asettaa aikaohjelmia.

Toimenpiteitä varten tarvitaan sopivat aikataulut. Aikataulun tulee olla riittävän kireä, jotta valaistuksen tärkein tavoite eli käyttäjien turvallisuus voidaan taata. Keskeneräisessä huolto ja kunnossapito-ohjelmassa oli mukana Kuntokatu 4 ulkovalaistuksen tarkastus, joten käytetään sitä lähtökohtana lopullisen aikataulun laadinnalle. Ohjelman mukaan ulkovalaistuksen tarkastus tulisi suorittaa kerran vuodessa. Tämä aikataulu vastaa valaistuksen ohjaukselle suositeltuja aikatauluja, joten valaistuksen toimintakyvyn kannalta aikataulu on sopiva. Muille toimenpiteille suositellaan omia aikatauluja, mutta ne voidaan sovittaa tehtäväksi olemassa olevan aikataulun puitteissa. (Sähkötieto ry 2006e, 2) Rakennetta koskevat toimenpiteet ovat ensisijaisesti silmämääräisiä. Jos aiheita lisätoimenpiteille ei ole, niiden ei katsota kuormittavan henkilöstöresursseja juuriin. Tarpeelliset lamppujen vaihdot on suoritettava tarkan harkinnan mukaisesti, koska esimerkiksi pylväsvalaisimia varten joudutaan vuokraamaan nostolaite.

### **5.2.5 Termostaattiohjatut sulatusjärjestelmät**

Sulatusjärjestelmillä huolehditaan haluttujen kohteiden sulanapidoista yleisesti talviaikaan. Näitä kohteita voivat olla esimerkiksi rännit, rännien juoksutukset ja ajoliuskat. Koululla sulatusjärjestelmillä hoidetaan pääasiassa juuri rännien sulanapito, mutta niitä käytetään myös joissain tapauksissa myös ajoliuskosten ja ovien edustustojen sulanapidoissa. Niitä ohjataan yleensä ulkotilojen lämpötilan mukaan. Yleensä toiminta-aika on lähellä nolla-astetta, jolloin jää ja lumi alkavat luonnostaan sulamaan. Sulatuksien ei kuitenkaan haluta olevan päällä kun sää on riittävän lämmin tai kun sää on selvästi pakkasen puolella. Näin säästytään turhalta lämmittämiseltä ja energiaa säästyy.

Sulatusjärjestelmät olivat jo mukana keskeneräisessä huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa. Näin ollen tehtävän laadintaa ei tarvinnut aloittaa tyhjästä vaan täydennetään olemassa olevaan ohjelmaa tarvittaessa. Järjestelmä voidaan katsoa toimintakykyiseksi ja turvalliseksi kun kaikki laitteet ovat toimintakuntoisia. Järjestelmään kuuluvia osia ovat käytännössä lämmityskaapeli, termostaatti ja lämpötila-anturi. Näistä osista kovimmassa kulutuksessa on lämmityskaapeli. Kaapelien eristevaurio voi helposti altistaa sähköiskulle, koska sulatuskohteissa esiintyy vettä ja kosteutta. Kaapeleiden kuntoa

voi kuitenkin olla mahdotonta varmistaa silmämääräisesti, jos ne on esimerkiksi asennettu valuun tai kyseessä on ränneissä kulkevat kaapelit. Tässä tapauksessa kaapelin kuntoa voidaan arvioida esimerkiksi eristysvastusmittauksella. Huonompi tapa on tarkastaa kaapeleiden syöttöä suojaavan vikavirtasuojien tila. Jos suoja on lauennut, se voi olla merkki eristysvauriosta. Kohteen tapauksessa kaapeleiden kunnon arvioinnin osalta on järkevämpi noudattaa tapauskohtaista harkintaa, koska suurin osa kaapeloinnista kulkee piilossa esimerkiksi ränneissä. Tämän voidaan kuitenkin katsoa helpottavan tarkastusta, koska piilossa olevien kaapeleiden katsotaan olevan myös vähemmän alttiita mekaanisille vaurioille. Jos suunnittelu- ja toteutusvaiheet on tehty oikein, sen voidaan katsoa olevan ainoa kaapeleiden kuntoa uhkaava tekijä. Samankaltainen johtopäätös voidaan tehdä myös varsinaisten ohjauslaitteiden osalta. Ne sijaitsevat yleensä keskukissa, jolloin myös niiden osalta mekaanisten vaurioiden riski voidaan katsoa hyvin pieneksi. Tilanne voi muuttua jos laitteiden liitokset pääsevät löystymään. Lämmityskaapelit voivat olla teholtaan suuria, joten myös kuormitusvirrat voivat olla suuria. Luvun 5.1.1 mukaisesti juuri kuormitusvirta aiheuttaa liitoksien lämpenemisen. Keskuksen ulkopuolella sijaitsevat laitteet kuitenkin voivat harkinnan mukaan tarvita tarkastuksia. Tämä erityisesti niissä tapauksissa, joissa laitteiden asetuksia on mahdollista peukaloida.

Laitteiden kunnon lisäksi on erityisen tärkeää myös huolehtia, että myös ohjaukset toimivat. Niiden toiminta voidaan tarkastaa esimerkiksi vieraillemalla sulatuskohteessa. Jos tämä ei kuitenkaan onnistu tai sää ei ole toiminnan testauksien kannalta sopiva, toiminta voidaan testata myös mittauksien avulla. Lämmityskaapeleiden syötön tehonkulutusta tai virtaa voidaan mitata ja arvioida sitä kautta toimintakuntoa. Tämän jälkeen on hyvä tarkastaa sulatusajat eli milloin sulatukset ovat päällä. Tämä kohta oli jo mukana vanhassa ohjelmassa. Päättävöitteena on huolehtia, että sulatuksia ei pidetä turhaan päällä aikana, jolloin niitä ei tarvita. Kohteessa sulatuksien ohjaus tapahtuu pääasiassa rakennusautomaation avulla. Tämä helpottaa myös asettelujen tarkastuksia kun ne voidaan helposti tarkastaa järjestelmän graafisen käyttöliittymän kautta. Ohjauksiin liittyen vanhassa ohjelmassa oli kohta myös lumi-ilmaisimen testaukselle ja puhdistukselle. Tämä on käytössä vain C - rakennuksessa, jossa se toimii lämpötila tiedon kanssa rinnan. Ilmaisimien kertoo käytännössä sen onko sulatuskohteessa oikeasti lunta. Toimenpiteillä saadaan varmistettua ilmaisimen toimintakunto, mutta se voi olla vaivanloista, jos ilmaisimien on sijoitettu hankalaan paikkaan. Jos tilanne on tämänkaltaisen, sulatuksen tilaa voi olla helpompi tarkkailla esimerkiksi lumisena päivänä, jolloin lämpötila on lähellä nollaa.

Tehtävän sisällön jälkeen määritellään vielä sopiva aikataulu. Vanhassa ohjelmassa järjestelmään koskevat toimenpiteet suoritettiin kerran vuodessa. Aikataulun vertailua varten ei suosituksissa ole palvelurakennuksien osalta esitetty sulanapitojärjestelmän aikatauluja. Sen sijaan muiden käyttökohteiden tapauksissa asiaa on käsitelty. Molemmissa tapauksissa suositellaan, että järjestelmien toiminta ja vikavirtasuojat testattaisiin puolen vuoden välein (Sähkötieto ry 2006f, 2). Ehdotettu aikataulu on siis kireämpi kuin nykyinen aikataulu. Kireämmässä mallissa tarkastukset suoritettaisiin käytännössä sulatuskauden alussa ja lopussa. Etuna tässä on se, että kauden aikana hajonneet laitteet voidaan uusia hyvissä ajoin ennen seuraavan kauden alkua. Samalla vältetään mahdollisesti vaarallisilta toimintahäiriöiltä. Ongelmaksi voi muodostua toimenpiteistä aiheutuvat henkilöstökuormitukset. Suurin osa tarkastuksen sisällöstä on nopeasti ja helposti suoritettavia silmämääräisiä tarkastuksia, joten kuormitusten oletetaan olevan vähäisiä. Aikataulun muuttamisella saataisiin lievä parannus järjestelmän turvallisuuteen, mutta laitteiden vikaantumisen todennäköisyyden katsottiin olevan pieni. Laitteiden asetteluja voidaan muuttaa vain kirjautumalla rakennusautomaatiojärjestelmään riittävillä oikeuksilla, joten muutoksien todennäköisyys pidetään myös pienenä. Näiden perusteella aikataulun muuttamiselle ei nähdä tarvetta, joten se pidetään nykyisenkaltaisena.

### 5.2.6 Loistehonkompensointilaitteet

Kompensointilaitteilla pyritään kompensoimaan sähkönjakeluun liittyneiden kuormalaitteiden kuluttamaa loistehoa. Loistehon määrä voidaan tarkkailla jakeluverkonhaltijalta saatavien tuntitehotietojen perusteella. Jos loistehoa ei kompensoida riittävästi tai sitä kompensoidaan liikaa, voidaan siitä joutua maksamaan jakeluverkonhaltijalle loistehomaksuja. Koulun tapauksessa jakeluverkonhaltijana toimii Tampereen Sähkölaitos Oy. Loistehon ilmaisosuudet ovat seuraavat: induktiivinen loisteho 20 % ja kapasitiivinen loisteho 5 % kiinteistön laskutuspätötehostä. Induktiivisella loisteholla maksut on portautettu. 20 % ylityksestä joutuu maksamaan normaalihintaisia maksuja 40 %:n asti. Tämän jälkeen maksut viisinkertaistuvat. Kapasitiivisella loisteholla joudutaan maksamaan viisinkertaista hintaa heti kun 5 % raja ylitetään. (Tampereen Sähkölaitos Oy 2012, 2 - 3) Kiinteistön sähkölaitteiden tuottama loisteho on yleensä yksinomaan induktiivista, joten sitä pyritään kompensoimaan tuottamalla kapasitiivista loistehoa. Kyseisestä esimerkistä voidaan kuitenkin nähdä, että myös ylikompensointia tulee välttää.

Kompensointi toimii kun laitteisto ylläpidetään toimintakuntoisena. Tällä kertaa koulun vanhassa ohjelmassa olivat jo mukana kompensointilaitteistot. Ongelmana oli vain että kyseinen ohjelma oli erittäin suppea. Sen mukaan huolehdittiin vain laitteiden suodattimien vaihdoista. Tästä voidaan suoraan sanoa, että toimenpiteet eivät ole riittäviä toiminnan varmistamiseksi. Siksi ohjelmaa täydennetään tarvittavilla toimenpiteillä. Laitteiston toimintakunto edellyttää että sen suojalaitteet, laitteet, kojeet ja komponentit ovat toimintakuntoisia. Tärkeimpänä näistä osista voidaan pitää kompensoinnista vastaavia komponentteja eli kondensaattoreita. Kohteessa kompensointilaitteisiin kuuluu kondensaattoreiden lisäksi myös estokelat, joten samalla tarkastetaan myös niiden kunto. Ensimmäisenä toimenpiteenä komponenttien ja laitteiden rakenteet tarkastetaan mekaanisten vaurioiden varalta. Seuraavaksi varmistetaan kondensaattoreiden kunto mittauksien avulla. Vaihtoehtoja on kaksi: joko kondensaattoreiden läpi kulkeva virta tai kondensaattoreiden kapasitanssit voidaan mitata. Kapasitanssi mittausta on tarkempi, mutta se täytyy suorittaa laitteiston ollessa jännitteetön. Virta mittausta suoritetaan jännitteisenä, joten se ei aiheuta käyttökatkoa. Kondensaattoreiden virran avulla voidaan selvittää onko kondensaattoreissa tapahtunut tehon alenemia. (STUL ry 2006, 109) Kondensaattoreiden kohdalla täytyy muistaa noudattaa erityistä huolellisuutta, koska ne latautuvat käytön aikana ja muodostavat näin hengenvaaran. Siksi kondensaattoreiden pitää antaa purkautua ennen tarkempaa käsittelyä. (Uusimäki 2004, 7) Laitteista pitäisi löytyä tähän viittaavat varoituskilvet. Otetaan huomioon myös keskeneräisessä ohjelmassa mukana olleet toimenpiteet eli huolehditaan edelleen suodattimien vaihtamisista. Tätä voidaan pitää tärkeänä toimenpiteenä, koska laitteiston sisälle pääsevä lika ja pöly, luvun 5.2.1 mukaisesti, lisäävät palokuormaa, estävät laitteiden jäähdytyksiä ja lisäävät lämpöyönninriskiä. Lisäksi laitteiston sisäiset osat ovat yleensä kosketussuojaamattomia, joten liiallisen pölyn kertyminen voidaan katsoa selvästi vaaralliseksi. Ilmanvaihdon on myös tärkeä merkitys jäähdytykselle. Jäähdytys taas on tärkeää kondensaattoreiden osalta, koska ne ovat herkkiä ylikuumenemalle (STUL 2006, 108).

Loistehonsäätäjä huolehtii varsinaisesta loistehon kompensoinnista siihen syötettyjen tietojen avulla. Koulun tapauksessa loistehojen ohjauksista vastaavat Nokian Capacitors:n A12 - loistehonsäätäjät. Säätäjä mittaa verkon loisteho tilannetta ja tehokerrointa. Kun aseteltu havahtumisraja ylitetään, säätäjä ohjaa käytettävissä olevien loistehoportaiden avulla tehokerrointa kohti tavoiteltavaa arvoa. Ohjaus voi tapahtua joko symmetrisesti tai epäsymmetrisesti. Symmetrisessä ohjauksessa induktiivisen ja kapasiti-

tiivisen loistehon havahtumisrajat asetellaan yhtä suuriksi. Epäsymmetrisessä puolestaan toinen raja asetetaan toista suuremmaksi tai pienemmäksi. (STUL ry 2006, 102 - 103) Jakeluverkonhaltijan loisteho rajat ovat 5 % kapasitiivisella puolella ja 20 % induktiivisella puolella, joten tämä pakottaa käyttämään epäsymmetristä ohjausta. Säättäjän virittämistä varten tarvitsee vielä laskea havaitsemisrajat. Ne lasketaan valmistajan käyttö-ohjeiden mukaisesti ja niitä verrataan säättäjälle aseteltuihin arvoihin. Valmistajan käyttö-ohjeiden huomioiminen on tärkeää, koska laskentatapa saattaa vaihdella erityyppisten säätimien välillä. (STUL ry 2006, 108)

Loistehon kompensoinnilla yritetään saavuttaa tehokertoimen arvoa 1,0 eli kaikki loistehot saadaan kompensointua. Säättäjän virittämisessä tulisi ottaa huomioon loistehontarpeet ja jakeluveron haltijan ohjeistukset. Tampereen Sähkölaitos Oy ilmoittaa suunnittelijoille, että tavoiteltava tehokerroin on 0,995, jolloin loistehon osuus pätötehosta on 10 % (Tampereen Sähkölaitos Oy 2012, 3). Jos otetaan huomioon alussa mainittu loistehomaksujen rajat, näissä tapauksissa tehokertoimet voidaan laskea kaavan 2 avulla. Laskentaa varten oletetaan, että laskutettavaa pätötehoa on 1000 kW. Pätötehon määrällä ei ole merkitystä laskennan lopputuloksen kannalta. Tällöin loistehoa saa olla induktiivisella puolella 200 kVar (20 %) ja kapasitiivisella puolella 50 kVar (5 %).

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{(\sqrt{P^2 + Q^2})} \quad (2)$$

$P$  = (laskutettava) pätöteho / W

$Q$  = loisteho / Var

$S$  = näennäistehe / VA

$$\cos\varphi = \frac{P}{(\sqrt{P^2 + Q^2})}$$

$$\cos\varphi = \frac{1000000 \text{ W}}{(\sqrt{(1000000 \text{ W})^2 + (200000 \text{ Var})^2})}$$

$$\cos\varphi = 0,980581$$

$$\cos\varphi \approx 0,98$$

Laskennasta saadaan tehokertoimiksi 0,98 induktiivisella puolella ja 0,999 kapasitiivisella puolella. Koululla on käytössä vain yksi keskijänniteliittymä, joten koulu sähkö-



verkon tehokertoimen täytyy pysyä näiden kertoimien yläpuolella. Kompensointi on kuitenkin hajautettu, joten laitteistokohtaiset tehokertoimet voivat olla näiden rajojen ulkopuolella, jos kiinteistön kokonaistehokerroin pysyy rajojen sisäpuolella.

Vanhassa ohjelmassa kompensointilaitteistojen suodattimien vaihdot suoritettiin kerran vuodessa. Nyt ohjelmaa on tarkennettu, aikataulu täytyisi arvioida uudelleen. Sitä ei kuitenkaan tarvinnut tehdä, koska koulun käytön johtajat päättivät tästä omatoimisesti yhteispäätöksellä. Päätöksen perusteena oli kompensointilaitteiden vähäinen huoltotarve, joten laitteistolle tyydytään suorittamaan silmämääräiset tarkastukset neljän vuoden välein. Samalla voidaan ottaa huomioon kunnon ja toiminnan tarkastukseen liittyvät toimenpiteet. Päätöksen mukaisesti vain erityisestä syystä ryhdytään tarkempiin ja kattavampiin toimenpiteisiin. (Kurkinen & Lehtonen 2014)

### **5.2.7 UPS - laitteet ja järjestelmät**

Koululla on käytössä useita UPS - laitteita, joiden avulla pyritään takaamaan keskeytyksetön sähkönsyöttö kriittisille kohteille. C - rakennuksessa on kaksi vanhaa 15 kVA laitetta, jotka on hankittu 2000 luvun alussa. G - rakennuksessa puolestaan on neljä uutta laitetta, jotka hankittiin vuonna 2013 kun G - rakennus valmistui. Laitteet on valmistanut APC ja ne ovat mallia Symmetra PX. Tehoiltaan kyseiset laitteet ovat 16 kVA. Laitteisto on jaettu kahteen tilaan: yhteen on sijoitettu varsinaiset UPS-laitteet ja toiseen on sijoitettu laitteistoa syöttävä akusto. (Setälä 2014)

UPS - laitteita tarvitaan erityistilanteessa ja siksi niiden toiminnan täytyy olla riittävän luotettavaa. Käytännössä tämä tarkoittaa ennakoon suoritettavaa huoltoa. Huolto voi sisältää muun muassa seuraavat toimenpiteet: sisäpuolinen puhdistus, säätöjen tarkastus, ohjaus- ja päävirtapiirien liitosten tarkastus ja akkujen varakäyntiajan, toiminta-aika suunnitellulla kuormalla ja testauksen. Ennakkohuollossa tulee suorittaa myös akkujen tarpeen mukainen vaihtaminen. Näin varmistetaan, ettei laitteiston varmennuskyky pääse heikkenemään. Vanhojen akkuja vaihdettaessa tulee huolehtia oikeanlaisesta jätteen käsittelystä, koska esimerkiksi lyijyakut sisältävät raskasmetalleja, jotka käsitellään ongelmajätteenä. (Tummavuori 2010, 2)

Varsinaisen laitteiden lisäksi tulee huomioida myös mahdolliset tiloja koskevat vaatimukset. Suunnittelu- ja toteutusvaiheessa on pitänyt huomioida tarvittavat erityistoimet, joten käyttäjän on vain huolehdittava, että asennusolosuhteet säilyvät muuttumattomina. Yleisimpänä huolehdittavan asiana voidaan pitää asennustilojen sekä laitteiden puhtautta. Lisäksi esteettömän pääsyn varmistamiseksi tiloissa olevat ylimääräiset tavarat tulisi poistaa. Asennustilojen, erityisesti akkutilan, riittävä ilmanvaihto pitää varmistaa, koska lyijyakkuja ladatessa syntyy räjähdysriskiä kaasuja (Elg & Lindgren 2003, 3). Ilmanvaihto katsotaan riittäväksi kun saksalaisen standardin VDE 0510 mukainen tai kun se lasketaan esimerkiksi kaavan 3 avulla. Kaavan lopputulos voidaan vielä jakaa neljällä kun kyseessä on suljetut lyijyakut. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012, 323)

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I \quad (4)$$

$$Q = \text{ilmamäärä} / \text{m}^3 / \text{h}$$

$n$  = samanaikaisesti ladattavien kennojen lukumäärä

$I = 0,02 \times \text{varauskyky (Ah)} / \text{A}$ , kun kyseessä on lyijyakkujen varaaminen vakiojännite-tasasuuntaajalla

Symmertra PX laitteiston akkuina toimivat modulaariset suljetut lyijyakut. Akkumoduulin sarjanumero on SYBTU2-PLP. Tämän avulla saatujen tietojen mukaan yhden akkumoduulin varauskyky on 9 Ah ja se sisältää kahdeksan kuusikennoista akkuyksikkö (APC by Schneider Electric 2012, 2). Yksi akkumoduuli sisältää näin ollen 48 kennoa. Akkumoduuleja löytyy akkutilasta yhteensä 90 kpl, joten lasketaan ilmanvaihto tarve pahimman tilanteen mukaan eli silloin kun kaikki kennot ovat latauksessa.

$$Q = (0,05 \cdot 48 \cdot (0,02 \cdot 9 \text{ Ah})) \cdot 90$$

$$Q = 38,88 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$Q = \frac{38,88 \text{ m}^3 / \text{h}}{4}$$

$$Q = 9,72 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$Q \approx 9,7 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Laitteiston ylläpito ja huoltoa voidaan suorittaa käyttäjän omasta toimesta tai niitä varten voidaan laatia sopimus valmistajan tai toimittajan kanssa. Koululla noudatetaan suunnitelman nykyisessä muodossa jälkimmäistä vaihtoehtoa. C - rakennuksen laitteet

kuitenkin poikkeavat tästä. Laitteiden kuntoa ja toimintaa tyydytään seuraamaan niiden valvontaohjelmiston avulla. Hälytys- ja vikatilanteissa kutsutaan huoltoliike suorittamaan tarvittavat toimenpiteet. Laitteille olisi hyvä suorittaa ennakko- ja huollon mukaiset toimenpiteet. Niitä ei kuitenkaan pidetä välttämättöminä, koska laitteet alkavat olla jo elinkaarensa päässä. Valmistaja on tiedottanut, että varaosien valmistus loppunut vuonna 2015. Laitteiden ylläpito ja huolto alkaa näin ollen vaikeutua ja olisi suotavaa alkaa suunnitella laitteiden uusimista. Laitteisiin kuuluu ohitus-kytkimet, joiden käyttö on opastettu tarvittavalle henkilökunnalle. (Setälä 2014) Henkilökunnassa voi kuitenkin tapahtua muutoksia, joten täytyy varmistua, että opastuksen taso säilyy. Kyseiset laitteet ovat vielä käytössä, mutta G - rakennuksen laitteiston toimittajan on aloitettu neuvottelut niiden uusimista varten.

G - rakennuksen järjestelmälle on sen sijaan laadittu viisivuotinen huoltosopimus laitteistoimittajan kanssa. Sopimukseen kuuluu kaksi käyntiä vuodessa. (Setälä 2014) Tarkempi sisältö riippuu minkä tasoinen sopimus on kyseessä, mutta sen pitäisi sisältää vähintään säännöllisen ennakko- ja huollon ja akkujen tarkastukset. Sopimusta voidaan pitää suositeltavana vaihtoehtona, koska laitteiden osalta parhaan asiantuntemuksen pystyy tarjoamaan valmistaja ja/tai toimittaja. Sopimuksen suositellaan sisältävän seuraavat asiat:

- käyttöönottopalvelu (toimittajakohtainen)
- säännöllinen ennakko- ja huolto ja akuston tarkastus
- tekniset päivitykset, ohjelmistopäivitykset
- 24 h:n puhelintuki
- korjauspalvelu
- 24h kaukovalvontapalvelu
- vasteaika (Tummavuori 2010, 2)

Näitä seikkoja avulla voidaan arvioida nykyisen huoltosopimuksen soveltuvuutta tai suunnitella uuden huoltosopimuksen sisältöä. Listauksesta laitteiston suhteen tärkeimpänä voidaan pitää ennakko- ja huollon ja akuston tarkastusta. Muita asioita voidaan pitää tärkeinä tukipalveluina. Huoltosopimuksen päättyessä se voidaan uusida tai selvittää muut vaihtoehdot. UPS - laitteiden huolto ei vaadi erityiskoulutusta, joten toimenpiteet voi suorittaa sähköalan ammattilainen eli koulun sähköhuollosta vastaava. Tarvittavat toimenpiteet voidaan suorittaa laitteistoimittajan käyttö- ja huolto-ohjeiden avulla. G - talon laitteiden ohjeissa esitellään pääasiassa vain miten laitteita ohjataan ja vaihdetaan.

Siinä ei käsitellä toimenpiteitä tai miten usein ne suoritetaan, joten käyttö ja ylläpito-toimenpiteiden tueksi tarvittaisiin opastus. Sen paras suorittaja olisi valmistaja ja/tai toimittaja, koska yleensä vain he pystyvät tarjoamaan riittävän kattavan asiantuntemuk-sen. Tässä tilanteessa kuitenkin vastakkain asettuvat asiakas ja palveluntarjoaja. Palve-luntarjoaja yrittää varmasti parhaansa mukaan tarjota huoltosopimusta. Huoltosopimus voidaan kuitenkin pitää tässä vaiheessa suositeltavana vaihtoehtona, koska ainoastaan koulun sähköhuollosta vastaava henkilö on riittävän pätevä toimenpiteitä suorittamaan ja hän on jäämässä vain muutaman vuoden kuluttua eläkkeelle. Toimittaja tuntee myös varmasti laitteidensa vaatimat ylläpito ja huolto toimenpiteet ja pystyy suorittamaan toimenpiteet paljon kattavammin. Esimerkiksi ohjelmistopäivityksiä voi olla hankala tai mahdoton suorittaa muiden kuin valmistajana ja/tai toimittajan toimesta. Jos sopimuk-seen on määritelty, että akkujen vaihtaja vie vanhat akut mukanaan niin myös koulun jätehuollon kuormitus pienenee.

Laitteiden ylläpidon ja huollon helpottamiseksi niitä koskevat dokumentit ja merkinnät tulee pitää ajan tasalla. Esimerkiksi varmennustaso voi muuttua laitteiston käytönaikana esimerkiksi kun varmennettavat laitteet ja laitemäärät muuttuvat. Käytönaikana tapah-tuvista muutoksista ja toimenpiteistä tulee suorittaa dokumenttien päivitykset ja varmis-taa laitteiden ja tilojen koskevien vaatimusten täyttyminen.

### **5.2.8 Sähkökiukaat**

Koululla on käytössä kaksi saunaa, jotka sijaitsevat L -talossa. Yksi sauna on liikunta-hallin miesten pukuhuoneen käyttäjien yleisessä käytössä ja toinen on vuokrattavissa opiskelijakunnalta. Opiskelijakunnan saunassa on Mondex:n valmistama Total Rock -mallinen kiuas. Sen nimellisteho on 10,5 kW. Liikuntahallin miesten pukuhuoneen kiu-kaan kilpiarvotarra on kulunut lukukelvottomaksi, joten kiukaan tarkkaa tehoa tai mallia ei tiedetä. Tällä hetkellä L - rakennuksessa on käynnissä perusparannus - ja laajennus-hanke, jonka aikana pukuhuoneen sauna uusitaan kokonaan. Tämän vuoksi miesten pu-kuhuoneen saunaa ei käsitellä tässä luvussa tarkemmin. Hankkeen valmistututtua liikun-tahallipuolen saunatilanne on tarkastettava ja lisättävä tarpeen mukaisesti tähän tehtä-vään.

Tehtävän laadinnan lähtökohdaksi otetaan vuosittainen kivien vaihto. Kivien vaihto on perushuolto toimenpide, joka ei vaadi erityisosaamista. Sen yhteyteen on helppo ottaa mukaan myös muita kiukaita koskevat toimenpiteet ja tarkastukset. Ensimmäisenä selvitettiin mitä valmistaja vaatii kiukaiden osalta tehtävän. Mondex:n ohjeissa esiteltiin hyvin erilaiset turvallisuutta koskevat asiat, mutta siinä ei esitetty varsinaisia ehdotuksia toimenpiteiden suhteen. Vikatapauksissa se suosittelee ottamaan yhteyttä valmistajan huoltopalveluun (Mondex 2012, 9). Valmistaja ei edes suosittele miten usein kivet tulisi vaihtaa. Valmistajan ohjeista onkin voitu huomioda vain turvallisuuteen liittyvät varoitukset.

Ohjeiden perusteella kiukaat eivät vaatisi mitään erityisiä toimenpiteitä. Jottei tehtävä jäisi puutteelliseksi ja kiukaiden asianmukainen turvallisuus voidaan varmasti taata, otetaan tehtävään mukaan kiukaiden mekaanisen kunnan tarkastus (Sähkötieto ry 2006f, 2). Valmistajan ohjeissa ei mainittu mitään kunnan tarkastamisesta, joten silmämääräinen kunnan tarkastuksen katsotaan riittävän. Silmällä on pidettävä erityisesti lämmitysvastuksia, koska kiukaan lämmityskyvyn heikkeneminen voi olla merkki hajonneesta vastuksesta. Ylen Kuningaskuluttaja-artikkelissa haastatellun kiuas valmistajan mukaan vastus saattaa hajota, jos siinä syntyvä lämpö ei pääse kunnolla siirtymään (Vaara 2007). Kiuas valmistaja väittää, että tietynlaiset kivet ja kivien liian tiivis latominen aiheuttavat vastuksien ylikuumentumisen. Kyseisten kivien valmistaja oli teettänyt asiasta tutkimuksen ja oli asiasta täysin erimieltä. Asiasta ei saatu yhteisymmärrystä, mutta lopputulos nojaa kiuas valmistajan näkemystä kohti, koska toinen valmistaja on kivien suhteen samalla kannalla. Artikkelin on jo aika vanha, joten muutoksia on voinut ajan kuluessa tapahtua. Kyseinen kiuas valmistaja kuitenkin toteaa vielä nykyäänkin ohjeissaan väärien kivien ja huonon ilmanvaihdon aiheuttavan ongelmia sähkökiukaissa (Harvia, Kiuaskivet). Opiskelijakunnan kiukaan vastukset vaihdettiin vähän aikana sitten ja tuolloin vastukset olivat hyvin huonossa kunnossa. Yksi vastus oli kokonaan poikki ja muut vastukset pahasti vääntyneitä. Kiuas on ollut käytössä vain parin vuoden ajan, joten ongelma ei ole voinut johtua ikääntymisestä.

Turvallisin vaihtoehto on turvallisinta käyttää vain valmistajan suosittelemia kiviä ja ne tulee latoa ohjeiden mukaisesti. Mondex ei valitettavasti ohjeissaan kerro minkälaisia kiviä kiukaaseen saa laittaa, mutta varoittaa ohjeissaan, että riittämättömästi täytetty kivitila aiheuttaa palovaaran. Kiviä koskeva tieto on kuitenkin varmasti saatavilla valmistajan huoltopalveluun soittamalla. Kiukaan ja vastuksien lisäksi tulee tarkastaa myös

kiukaan liitäntäkaapelin kunto saunojien turvallisuuden kannalta. Tämä siitä syystä, että kiukaan sähkösyötölle ei vaadita voimassa olevan pienjännitesähköasennusstandardin SFS 6000 mukaan vikavirtasuojia. Sen vuoksi kaapelin eristysvauriosta voi aiheutua määrässä tilassa suuri sähköiskun vaaran (SESKO ry 2012, 398). Samasta syystä kiukaan kosketussuojauksen toimivuus arvioitava ja tarpeenmukaisesti tarkastettava.

Kunnon tarkastuksen yhteydessä voidaan helposti tarkastaa myös kiukaan suojaetäisyydet eli kiukaan etäisyys muista rakenteista (Sähkötieto ry 2006f, 2). Nämä etäisyydet on ilmoitettu valmistajan kiuasta koskevissa tiedoissa. Opiskelijakunnan kiukaalle suojaetäisyydet ovat seuraavat: 180 mm (eteen, sivuille ja taakse) ja 900mm (ylös) (Mondex, Total Rock - tekniset tiedot). Kiukaan osalta tulisi suojaetäisyyksiin kiinnittää erityistä huomiota, jos sen ympärillä ei ole mitään kulkua tai siirtelyä estäviä rakenteita. Tarkastuksien päätteeksi voidaan suorittaa kiukaan puhdistus tarpeiden mukaisesti. Säännöllisen puhdistus tarpeen aiheuttaa kivistä käytön aikana ja ladottaessa irtoava pöly.

Kun kiukaan mekaaninen kunto ja puhtaus on varmistettu, seuraavaksi tarkastetaan ohjauslaitteet (Sähkötieto ry 2006f, 2). Opiskelijakunnan saunan ohjaus tapahtuu pukuhuoneessa sijaitsevan ohjauspaneelin avulla. Ohjauspaneelistä säädetään kiukaan lämpötilaa ja lämmitysaikaa. Ohjauksien toiminta voidaan testata yksinkertaisesti laittamalla lämmitys päälle ja tarkastamalla miten se on toiminut. Koululla on kyllä nopeasti toimiva tiedonkulku, joten viallisesta kiukaasta saadaan yleensä tieto todella nopeasti. Näin ollen toiminnan testaus ei välttämättä ole tarpeen vaan luotetaan käyttäjien tekemiin ilmoituksiin. Opiskelijakunnan saunan ohjauksiin ei kuulu aikaohjauksia, joten on huolehdittava, että asetukset pysyvät kohdallaan ja saunan käyttö asiallista. Tämä vaatii, että käyttäjien kanssa on sovittu saunaa koskevista pelisäännöistä ja tarkastuksilla huolehditaan, että niitä on noudatettu.

Ohjelmalle tarvitaan vielä sopiva aikataulu. Lähtökohdaksi voidaan ottaa kivien vaihto, joka suoritetaan kerran vuodessa. Tehtävään kuuluvat tarkastukset ovat pääasiassa aistinvaraisia ja ne voidaan helposti suorittaa vaihdon yhteydessä, joten sen mukainen aikataulu voisi toimia. Opiskelijakunnan saunan varauskirjassa on lukuvuoden aikaan useita varauksia joka viikko, joten sen voidaan katsoa runsaassa käytössä (Tamko, Tilavaraus: Solun sauna). Jos kiukaan katsotaan olevan erittäin kuluttavassa käytössä, se voidaan luokitella erittäin vaativaan luokitukseen. Tällöin tarkastusten aikataulu olisi sama kuin kivien vaihdolla (Sähkötieto ry 2006f, 2). Erillisille aikatauluille ei ole eri-

tyistä tarvetta, joten kiukaan tarkastusten aikatauluna noudatetaan kivien vaihdon aikataulua.

### 5.2.9 Hissit ja nosto-ovet

Koululla on käytössä kahdenlaisia hissejä: henkilökuljetukseen tarkoitettuja ja tavarankuljetukseen tarkoitettuja. Henkilökuljetushissit ovat nimensä perusteella tarkoitettu henkilöiden kuljetukseen, mutta niillä voidaan kuljettaa myös tavaroita. Tavarankuljetushissi on taas tarkoitettu ainoastaan tavaroiden kuljetukseen, joten henkilöiden kuljettaminen niillä on kielletty. Koululla on yksi tavarankuljetukseen tarkoitettu hissi. Sen on toimittanut Kasurisen Konepaja Oy ja se sijaitsee I-talossa. Muut hissit ovat joko Koneen tai Otiksen toimittamia henkilökuljetushissejä.

Hissien huolto ja kunnossapidon suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon hissejä koskevat määräykset. Hissien käyttöä koskevan lain (663/1996) mukaan hissejä varten laatia huolto-ohjelma, jossa on mukana määrävälein huoltoa vaativat osat. Ohjelman suunnittelussa on otettava myös huomioon tarpeet, jotka aiheutuvat hissien käyttömäärästä ja -ympäristöstä. (663/1996, 9 §) Ohjelman noudattamisessa ja muissa huoltotoimenpiteissä on noudatettava hissien käyttöä koskevan lain 10 § edellytyksiä. Ohjelman ulkopuolella hissien katsotaan olevan jatkuvan tarkkailun alaisena. Sen aikana ilmenneet puutteet tai viat pitää saattaa kuntoon riittävän nopeasti (663/1996, 8 §).

Huolto-ohjelman sisältämien säännöllisten toimien lisäksi hisseille pitää suorittaa määrätyin välein määräaikaistarkastus. Niiden aikana suoritetaan pistokokeita tai sovelletaan muuta soveltuvaa menetelmää, joiden avulla varmistetaan hissien käytön turvallisuus ja huolto-ohjelman noudattaminen. Näiden lisäksi tarkastetaan, että hissien huoltoon liittyvät dokumentit ja välineet ovat käytettävissä ja, että muutostöistä on asialliset tarkastuspöytäkirjat. (663/1996, 12 §) Hissin haltijan on huolehdittava, että nämä dokumentit ovat tarvittaessa saatavilla. Tarkastuksen suorittamisväli riippuu hissien tyypistä. Henkilökuljetukseen tarkoitettujen hissien tarkastusväli on kaksi vuotta. Muiden hissien kohdalla tarkastusväli on kolme vuotta. (663/1996, 11 §) Määräaikaistarkastuksen saa suorittaa vain valtuutettu laitos, joten ennen tarkastuksen tilaamista on selvitettävä tarkastuksen suorittajan pätevyudet (663/1996, 13 §).

Koululla hissien huoltoa ja kunnossapito on päätetty hoitaa hissien toimittajien kanssa laadittujen huoltosopimusten avulla. Tavarahissin osalta huoltosopimus on poikkeuksellisesti laadittu Otiksen kanssa. Sopimuksen tulee sisältää huolto-ohjelmaan liittyvät toimenpiteet, koska koulun omasta toimesta ei suoriteta toimenpiteitä hissien osalta. Huoltosopimuksia voidaan pitää ainoana ratkaisuna, koska hissien huolto- ja korjaustyöt vaativat riittävän koulutuksen ja pätevyyden omaamista (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2011, 3). Henkilöstössä ei ole ketään, jolta nämä pätevyydet löytyisivät. Näin ollen hissien osalta voidaan huolehtia omatoimisesti vain jatkuvasta tarkkailusta ja yleisestä puhtaanapidosta (Sähkötieto ry 2006c, 3). Tämän lisäksi on huolehdittava, että hisseille järjestetään asianmukaiset määräaikaistarkastukset.

Hissien lisäksi koululta löytyy joitain nosto-ovia. Niistä ei ole olemassa omia määräyksiä vaan niitä koskevat vaatimukset on asetettu hissejä koskevassa laissa. Määräyksen piiriin kuuluvat vain ne nosto-ovet, joiden nostokorkeus on yli kaksi metriä eikä ovipinta ei kierry akselin ympärille. Tämän lisäksi määräyksen piiriin kuuluvat nosto-ovina toimivat reunasta saranoidut nostoluukut, joiden nostokorkeus on yli kaksi metriä. (663/1996, 22 §) Näihin kriteereihin kuuluvia nosto-ovia koululta löytyy I - ja F - rakennuksista. Näiden ovien nostokorkeus on reilusti yli kaksi metriä, koska ne on tarkoitettu ajoneuvoja varten. Ne eivät myöskään rullaudu akselin ympärille, joten katsotaan niiden sijoittuvan ensimmäisen määritelmään.

Määräysten mukaan nosto-ovien osalta tulee noudattaa huollossa ja määräaikaistarkastuksessa samoja toimenpiteitä kuin hissien osalta. Poikkeuksellisesti määräaikaistarkastuksen aikataulu on määritelty erikseen. Tarkastusväli määritellään nosto-oven koon perusteella. Yli viisi metrisillä tai yli 400 kilogrammaa painavilla ovilla tarkastus tulee suorittaa kolmen vuoden välein. Muussa tapauksessa tarkastusväli on viisi vuotta. (663/1996, 22 §) Määräaikaistarkastuksen suorittajan suhteen on myös tapahtunut muutoksia. Nosto-ovien tarkastuksen voi suorittaa joko valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja (663/1996, 13 §).

Nosto-ovien osalta koululla tehdään vuosittain normaalin toiminnan testaus sekä suojalaitteiden, kuten puristumisenestolaitteiden, toiminnan testaus. Tarkempia toimenpiteitä varten on olemassa kattava huolto ja kunnossapito-ohjelma, joka löytyy ainakin F - rakennuksen nosto-ovien osalta autolaboratoriosta. Nämä toimenpiteet suoritetaan koulun henkilökunnan toimesta.



### 5.2.10 Nostolaitteet

Kohteessa on joitain nostamiseen käytettäviä laitteita kuten siltanostureita. Niiden huolto- ja kunnossapitoa koskevat vaatimukset on esitetty tarkasti työvälineiden turvallisuutta käsittelevässä laissa. Lähtökohtaisesti laitteita on säännöllisesti ylläpidettävä niin, että niiden turvallisuus voidaan varmistaa koko käyttöiän ajan. Lisäksi niiden toimintakuntoa on jatkuvasti tarkkailtava tarkastuksien, testauksien, mittauksien tai jokin muun sopivan tavan avulla (403/2008, 5 §). Koululla nostolaitteiden ylläpidosta huolehtii koulun ulkopuolinen taho. Huolto ja kunnossapito toimissa on otettava huomioon valmistajan antamat ohjeet, joten koulun on ylläpidettävä laitteita koskevaa dokumentointia (403/2008, 3 §). Tarkastuksissa, muissa toimenpiteissä ja käytön aikana havaitut vaaraa tai haittaa aiheuttavat viat, vauriot ja kulumat tulee poistaa. Sähkölaitteiston haltijan vastuulla on huolehtia tarvittavien toimenpiteiden järjestämisestä. Tämän lisäksi ohjaus- ja turvalaitteiden virheetön toiminta on taattava (403/2008, 5 §). Käyttäjien turvallisuuteen liittyen laitteissa täytyy olla tarpeelliset varoitukset, merkinnät ja varoituslaitteet, joten niiden olemassaoloa ja luettavuutta on arvioitava käytön aikana. (403/2008, 7 §)

Yleisten huolto- ja kunnossapitotoimenpiteiden lisäksi laitteille voidaan joutua suorittamaan käyttöönottotarkastus. Normaalisti se suoritetaan vain laitteen varsinaisen käyttöönoton yhteydessä. Jos laite on kuitenkin ollut pitkään käyttämättömänä tai siihen tehdyllä muutostyöllä on turvallisuuden kannalta tärkeä merkitys, tarkastus on suoritettava uudelleen (403/2008, 33 §). Tämän jälkeen laitteelle on suoritettava käytön aikana säännöllisesti määräaikaistarkastuksia, joilla varmistetaan sen toimintakunto. Tarkastuksessa kiinnitetään erityisesti huomioita laitteen mekaaniseen kuntoon, joten siihen on kiinnitettävä huomiota myös ennakkoivissa toimenpiteissä. Määräaikaistarkastus on suoritettava kerran vuodessa sen jälkeen lähtien kun laitteelle on ensimmäisestä käyttöönottotarkastuksesta tai kun laite otettiin ensimmäisen kerran käyttöön. Aikataulua ei ole täysin muuttumaton vaan sitä voidaan muuttaa riippuen siitä millaista laitteen käyttö on ja millaisen rasituksen alaisuudessa laite on. Määräaikaistarkastuksen aikana suoritetaan normaalisti tarpeellinen koeajo. Joka neljäs vuosi toimenpidevaatimukset kasvavat ja tällöin suoritetaan vaativampi koekäyttö suurimmalla sallitulla kuormalla. Koekäytön aikataulu on kiristettävä jokavuotiseksi, jos nostolaitteessa on ylikuormitustilanteessa kaatumisvaara. (403/2008, 34 §)

Määräkaistatarkastuksen kohdalla on huomattava, että siitä on olemassa toinen versio. Kun laitteen osalta lähestytään valmistajan ilmoittamaa suunnittelurajaa tai, kun laitteen ensimmäisestä käyttöönotosta on kulunut viimeistään kymmenen vuotta, laitteelle on suoritettava perusteellinen määräaikaistarkastus. Sen aikana laitteiston turvallisuuden kannalta tärkeitä osia voidaan joutua purkamaan. (403/2008, 35 §)

Laitteiden huolto ja kunnossapito on määräyksien mukaan käytännössä työnantajan vastuulla. Työnantajan katsotaan olevan koulun ylläpidosta vastaava yritys. Sen vastuulla on tällöin laitteiden toimintakunnon jatkuvan tarkkailun järjestäminen. Näin ollen velvollisuutena olisi järjestää laitteiden käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset. Työnantajan on huolehdittava, että laitteiden huolto-, korjaus-, ja kunnossapitotöissä noudatetaan työvälineiden turvallista käyttöä ja tarkastamista koskevan lain (403/2008) 12 § esitettyjä turvallisuutta koskevia ehtoja. Lisäksi työnantajan on huolehdittava tarpeellisten dokumenttien, kuten valmistajan ohjeiden, ylläpidosta. Tätä voidaan pitää erityisen tärkeänä koulun ulkopuolisen tahon kannalta, jotta työssä tarvittavat dokumentit ovat olemassa ja ajan tasalla. Erityistä huolta on kannettava valmistajan ohjeista. Puutteellisia valmistajan ohjeita pitää täydentää ja kadonneet valmistajan ohjeet on laadittava uudelleen, joten dokumenteista on pidettävä hyvää huolta ja ne on pidettävä ajan tasalla. Valmistajan ohjeet on suotava säilyttää laitteiden läheisyydessä, esimerkiksi läheisen sähkökeskuksen dokumenttikansiossa. Näiden ohjeiden sijainnit on oltava jossain saatavilla, jotta niistä on tehtävä merkitä huolto- ja kunnossapitosuunnitelman dokumenttien paikannusluetteloon. Uusia ohjeita ei saa laatia täysin omatoimisesti vaan tarpeenmukaisesti on hyödynnettävä ulkopuolisen asiantuntijan apua. (403/2008, 3 §)

Varsinaisten toimenpiteiden suorittajien suhteen on myös esitetty vaatimuksia. Laitteita koskevia tarkastus ja testaus toimenpiteitä saa suorittaa pätevä henkilö, jolla on riittävää perehdytystä laitteiden rakenteeseen ja käyttöön. Koulun henkilökuntaan kuuluva voi suorittaa toimenpiteet, jos hänelle järjestetään riittävä perehdytys ja hänen katsotaan tehtävän kannalta pätevä. Jos sopivaa henkilöä ei löydy, ainoa mahdollisuus voi olla ulkopuoliseen asiantuntijaan turvautuminen. (403/2008, 5 §) Käyttöönotto- ja määräaikaistarkastukset voi puolestaan suorittaa hyväksytty asiantuntijayhteisö tai asiantuntija, joka täyttää työvälineiden turvallista käyttöä ja tarkastuksia käsittelevän lain 403/2008 37 § mukaiset edellytykset. (403/2008, 37 §) Näitä toimenpiteitä ei voida suorittaa koulun toimesta, joten tarkastukset on tilattava pätevyysvaatimukset täyttävältä taholta.

### 5.2.11 Suurkeittiölaitteet

Suurkeittiölaitteita ei ole tarkoitus tässä työssä käsitellä, mutta koululla ilmenneiden tapausten johdosta niitä varten luodaan huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan kohta. Keittiön henkilökunnalta on saatu useita yhteydenottoja koskien rikkoutuneita pistorasioita. Niistä on aina tehty ilmoitus, mutta keittiön henkilökuntaan kuuluvat eivät ole sähköalan ammattilaisia. He eivät pysty samalla tavalla arvioimaan sähkölaitteiston kuntoa, joten turvallisen työskentelyn takaamiseksi on suotavaa käydä säännöllisesti tarkastamassa keittiön sähköliitännät. Niiden osalta tarkastetaan ainakin pistorasiat, laitteiden liitosjohtojen kunto, liitäntärasiat sekä arvioidaan kosketussuojauksen ja vedonpoiston kunto. Samalla voidaan tarkastaa harkinnanvaraisesti laitteiden merkkilamppujen toiminta, koska niiden avulla nähdään mm. laitteen toiminta-asento. (Sähkötieto ry 2010, 8)

Toimenpiteiden aikataulun laadintaan varten suoritetaan sähköliitäntöjen vaatimusluokan arviointi. Pistorasioita oli ilmoitusten perusteella hajonnut useita varsin lyhyen ajan sisällä, joten liitäntöjen katsotaan olevan kuluttavassa käytössä. Viallisesta pistorasiasta tai muusta sähköisestä liitännästä voidaan katsoa aiheutuvan välittömän vaaran riski keittiön kosteissa tiloissa. Turvallisuuden takaamiseksi liitännät voidaan alustavasti luokitella erittäin vaativaan luokkaan. Sen mukaisesti liitännät tarkastetaan kerran vuodessa (Sähkötieto ry 2006d, 2). Tarkastukset on hyvä ajoittaa kesälle, koska silloin keittiön toiminta hiljenee. Näin mahdolliset toimenpiteet voidaan suorittaa ilman merkittäviä toimintaa häiritseviä keskeytyksiä ja varmistetaan keittiön turvallisuus ennen seuraavan lukuvuoden alkua.

## 5.3 Suoja- ja turvajärjestelmät

Koulun sähkölaitteiston ja henkilöiden suojaukseen käytetään erilaisia turva- ja suojausjärjestelmiä. Näitä ovat mm. poistumisvalaistus-, savunpoisto-, automaattinen sammu- ja paloilmoinjärjestelmä. Varsinaiseen huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan on kerätty tietoja myös muista järjestelmistä, mutta niitä ei käsitellä tässä työssä. Sen sijaan on keskitytty järjestelmiin, joita koskevat viranomaismääräyksissä asetetut vaatimukset.

Säännöllistä huoltoa ja kunnossapitoa vaativat laitteet ja laitteistot täytyy ottaa huomioon, jotta niiden toimintakunto ja turvallisuus voidaan varmistaa.

### 5.3.1 Hätäkytkentäjärjestelmä

Hätäkytkentäjärjestelmän ja -laitteiden avulla on tarkoitus suojata sähkölaitteiden käyttäjiä mahdolliselta vaaratilanteelta. Toimintaperiaatteena on tehdä vaaraa aiheuttava sähkölaitte tai laitteisto jännitteettömäksi esimerkiksi hätäkytkintä painamalla. Koululla hätäkytkentälaitteistoja löytyy eri puolilta kiinteistöjä, pääasiassa erityistiloista kuten laboratorioissa. Tämän kaltaisia tiloja löytyy runsaasti esimerkiksi I - rakennuksesta. Muita tällaisia tiloja ovat esimerkiksi A - rakennuksen sähkölaboratorio, E - rakennuksen fysiikanlaboratoriot.

Kiinteistön pienjänniteasennuksiin kuuluva hätäkytkentäjärjestelmä tulee suunnitella ja toteuttaa noudattaen standardissa SFS 6000 vaatimuksia. Kyseisessä standardissa ei kuitenkaan esitetä vaatimuksia liittyen järjestelmän huoltoon ja kunnossapitoon. Järjestelmiä on voitu rakentaa eri aikoihin, joten määräyksissä voi olla eroja. Standardin uusimmassa versiossa ei kuitenkaan esitetä toimenpide vaatimuksia, joten pidetään todennäköistä, että niitä ei ole esitetty vanhemmissakaan versioissa. Järjestelmän tai laitteiden suhteen ei ole myöskään esitetty vaatimuksia missään määräyksissä. Sen vuoksi niitä käsitellään samaan tapaan kuin muita sähköjakeluun kuuluvia osia.

Näin ollen tehtävän sisällön laadinnassa lähdetään liikkeelle samoin periaattein. Tavoitteena on järjestelmän toimintakunnon ylläpitäminen sähköturvallisuusmääräyksien mukaisesti. Järjestelmän toimintavalmiudesta on pidettävä erityisen hyvää huolta, koska sen pitää toimia luotettavasti vikatilanteessa. Ilman sitä tilassa oleskelevien opiskelijoita ja henkilökunnan turvallisuutta ei pystytä takaamaan. Aloitetaan toimenpiteet mekaanisen kunnan tarkastuksella, joissa kiinnitetään erityisesti huomioita hätäkytkimiin. Samalla pidetään silmällä laitteiden sijoituksia ja merkintöjä, koska hätätilanteessa ne pitää pystyä tunnistamaan helposti ja, että niiden käyttö on vaivatonta (SESKO ry 2012, 288). Tärkeimpänä toimenpiteenä on testata järjestelmän toiminta eli suoritetaan koetus toimenpide. Täydellistä turvallisuutta varten pitäisi kaikki hätäkytkimet testata painamalla. Tätä helpottamaan olisi hyvä laatia tilasta yksikertainen selkeä piirros, johon kaikki kytkimet on merkattu.

Toimenpiteiden aikataulun laadinnassa hyödynnetään SFS 6000 standardia, koska muissa lähteissä asiaa ei käsitellä hätäkytkentöjä. ST - kortistossa suositellaan kyllä suoja- ja turvajärjestelmille aikatauluja, mutta standardin tietoja pidetään luotettavampina. Sen mukaan sähkölaitekorjaamoiden ja laboratorioiden hätäkytkentöjen toiminta tulisi testata vuoden välein (SESKO ry 2012, 588). Mekaaninen kunto voidaan tarkastaa koestuksen yhteydessä, joten molempien kohdalla noudatetaan samaa aikataulua. Standardin suositusta voidaan suoraan noudattaa koulun sähkölaboratorion tapauksessa. Pohditaan tilannetta vielä muiden tilojen osalta. Sähkölaitekorjaamoissa ja laboratorioissa käytettyjen hätäkytkentälaitteiden täytyy olla standardin SFS 6000 kohdan 537.4.2 mukaisia (SESKO ry 2012, 587). Jos muiden tilojen laitteet ovat kyseisen kohdan mukaisia, katsotaan, että voidaan noudattaa sähkölaitekorjaamoiden ja laboratorioiden suositusta. Kohdassa 537.4.2 käsitellään yleisesti hätäkytkentöjen vaatimuksia, joten päätellään, että muissa tilojen hätäkytkennät on toteutettu kyseistä kohtaa noudattamalla. Tämän pohdinnan lopputuloksena suoritetaan kaikkien tilojen hätäkytkentöjen kunnon tarkastukset ja toiminnan testaukset kerran vuodessa. Ne olisi hyvä sijoittaa kesäajalle jolloin koulussa ei ole juuri toimintaa. Samalla huolehditaan, että tiloja ja laitteita on turvallista käyttää seuraavana lukuvuotena. Tilojen yhteydessä on suotavaa tarkastaa myös hätäkytkentäjärjestelmään kuulumattomat hätäkytkentälaitteet kuten esimerkiksi työkoneisiin kuuluvat hätäkytkimet.

### **5.3.2 Poistumistievalaistusjärjestelmä**

Poistumistievalaistuksen tarkoituksena on auttaa hätätilanteessa rakennuksesta poistumista. Siihen kuuluu poistumisreittien varrelle asennetut turvavalaisimet ja poistumistieopasteet. Turvavalaisimet ovat pois päältä normaalikäytössä, mutta ne syttyvät hätätilanteessa kun muut valaisimet sammuvat. Poistumistieopasteiden sen sijaan täytyy olla jatkuvasti päällä (805/2005, 5§). Järjestelmän laitteita ja kunnossapitoa koskevat vaatimukset on esitetty poistumisreittien merkitsemistä ja valaisemista käsittelevässä asetuksessa (805/2005).

Määräyksien mukaan lähtökohtana on säännöllinen kunnossapito, jonka avulla pystytään säilyttämään valaistuksen ja merkintöjen toimintakunto. Kunnossapitoa varten täytyy laatia vielä kunnossapito-ohjelma. Sen pitää sisältää toimintakunnon säilyttämisen

edellyttämät toimenpiteet, joista tehdään sitten merkintä joko varsinaiseen ohjelmaan tai erilliseen päiväkirjaan. Pelastusviranomaisen pyynnöstä ohjelma ja päiväkirja on pystytävä esittämään. (805/2005, 9§) Tässä tapauksessa päiväkirjaa ei tarvitse lähteä toteuttamaan, koska jokaisen poistumistievalaistuskeskuksen yhteydessä on jo olemassa päiväkirja tehtyjä toimenpiteitä varten.

Koululla on käytössä kahdenlaisia turvavalaisusjärjestelmiä: vanhoja keskusakustojärjestelmiä ja uudenaikaisia Neptolux-254 - keskuksiin perustuvia järjestelmiä. Vanhat järjestelmät eivät ole osoitteellisia ja niiden ohjaus tapahtuu keskuksissa olevan käyttökytkimen avulla. Uudet järjestelmät vastaavasti ovat osoitteellisia ja laitteet sisältävät omat akut, joten niiden tilaa voidaan tarkkailla ja valaistuksia ohjata tarpeenmukaisesti käyttölaitteen avulla. Uusiin järjestelmiin kuuluu myös valvontatoiminto, jonka avulla keskus valvoo reaaliaikaisesti järjestelmän tilaa. Järjestelmän tekemät toimenpiteet ja sen tapahtumat voidaan lukea käyttölaitteen avulla tapahtumapäiväkirjasta.

Keskuksia varten ei ole tarvinnut lähteä laatimaan huolto- ja kunnossapitotehtävää, koska sellainen oli jo olemassa. Sen sijaan tarkastetaan vanhan ohjelman toimivuus ja lisätään Neptolux - keskuksia siihen mukaan. Tehtävään kuuluu kuukausittainen toiminnan testaus ja kerran vuodessa suoritettava akkujen kapasiteettikoe. Vanhoilla keskuksilla toiminnan testaus suoritetaan kääntämällä käyttökytkin OFF - asentoon 30 minuutin ajaksi. Testin aikana kierretään tarkastamassa, että opaste- ja turvavalaisimet toimivat. Testin päätyttyä keskuksen kytkin palautetaan takaisin ON - asentoon. Tämän jälkeen toimenpiteestä ja sen aikana tehdyistä havainnoista tehdään merkinnät keskuksen päiväkirjaan. Kapasiteettikokeella puolestaan varmistetaan, että valaistukselta vaadittu toiminta-aika täytyy. Koe suoritetaan samalla tavalla kuin toiminnan testaus, mutta testausaika on tällä kertaa 60 minuuttia. Jos valot ovat sammuneet ennen testin päättymistä, korjaaviin toimenpiteisiin on ryhdyttävä välittömästi. Uudempien, Neptolux-254, keskuksien kohdalla suoritetaan vain kapasiteettikoe. Keskus valvoo automaattisesti reaaliajassa koko järjestelmää, joten muita testauksia ei tarvitse suorittaa. Sen sijaan suoritetaan vain keskuksien silmämääräinen kunnon tarkastus kerran kuukaudessa. Myöskään valaisimien ja opasteiden kiertäminen ole tarpeen ellei vikaa havaita keskuksella. (Oy Neptolux AB, 2) Tästä riippumatta kaikkien järjestelmien valaisimien katsotaan olevan jatkuvan tarkkailun alaisena testauksien välisenä aikana.

Poistumistievalaistuksen huolto- ja kunnossapitotehtävän sisällön varmistamiseksi verrattiin toimenpiteitä ja aikatauluja standardiin SFS-EN 50172. Valaistusta koskeva määräyksessä ei pakoteta käyttämään kyseistä standardia, joten muitakin menettelyjä voidaan soveltaa. Näitä ovat esimerkiksi valmistajan laitteen mukana toimittamat ohjeet, joita laki ei myöskään velvoita käyttämään. Käytännössä niin kuitenkin pitää tehdä. Kunnossapitoon liittyvän ohjeistuksen mukaan laitevalmistajat kuitenkin yleensä perustavat omat ohjeensa tähän standardiin. (Jumppanen 2010, 1 ja 3) Standardin mukaan tarvitaan päivittäin, kuukausittain ja vuosittain tehtäviä toimenpiteitä. Päivittäin pitäisi tarkastaa silmämääräisesti keskitettyjen tehonsyöttöjärjestelmien merkinantojärjestelmä, jotta varmistetaan järjestelmän valmiustila. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2004, 18) Tämä toimenpide sinällään kuulostaisi siltä, että järjestelmille pitäisi suorittaa päivittäin tarkastuskierros. Yhden tulkinnan mukaan tällä vaatimuksella tarkoitetaan vain, että järjestelmän tilaa pidetään jatkuvasti silmällä esimerkiksi normaalien huoltokierrosten yhteydessä (Jumppanen 2010, 4). Standardin mukainen tarkastus voi kuitenkin tulla tarpeeseen. Kohteen vanhat keskukset ovat itsenäisiä järjestelmiä, joista ei saada esimerkiksi hälytystietoja. Järjestelmän ohjaus tapahtuu yhden paikallisen kytkimen avulla. Kesän 2013 havaitsin ainakin yhden tapauksen, jossa käyttökytkin oli jätetty väärään asentoon ja tämän seurauksena järjestelmän akut olivat tyhjentyneet. Jos keskukset käydään tarkastamassa vain kerran kuukaudessa, akut voivat olla tyhjiillään koko kuukauden. Siksi järjestelmän tilan tarkastusta voidaan pitää suositeltavana, mutta ei välttämättä päivittäisenä.

Kuukausittain testaukseen kuuluisi järjestelmän toiminnan testaus riittävän pitkällä ajalla. Testaukseen kuuluu valaisimien ja opasteiden toiminnan varmistus. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2004, 18) Tämän voidaan katsoa olevan yhtenevä olemassa olevan tehtävän kanssa. Vuosittain tulisi suorittaa järjestelmän täyden mitoituksen testaus valmistajan ilmoittaman tiedon mukaisesti (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2004, 18). Testaus on muuten sama kuin ohjelmassa oleva, mutta tässä vaaditaan tekemään täyden kapasiteetin koe. Ohjelmassa mukana oleva testausaika on sama kuin valaistukselle laissa määritelty vähimmäisvaatimus (805/2005, 5 §). Järjestelmän kapasiteetti voi olla tätä suurempi, mutta lain mukaisen vähimmäisvaatimuksen täyttäminen on varmasti riittävää. Toiminnan testauksien lisäksi ohjelmassa tulee olla mukana myös vaadittavat huoltotoimenpiteet. Näitä ovat lamppujen ja akkujen vaihtaminen. Lampun vaihtamisen lisäksi voidaan valaisin joutua myös puhdistamaan. Akkujen vaihto taas

tulee suorittaa määrätyin välein testauksien ja valmistajan ohjeiden perusteella. (Jump-panen 2010, 2 - 3)

### 5.3.3 Paloilmoitinjärjestelmä

Koululla on käytössä ESMI FX - tyyppinen automaattinen paloilmoitinjärjestelmä, joka on yhdistetty aluehäätäkeskukseen. Hälytyksen sattuessa ilmoitus menee automaattisesti häätäkeskukseen. Järjestelmä on osoitteellinen eli jokaisella siihen kuuluvalla laitteella on oma yksilöllinen osoite, jonka avulla nähdään mistä laitteesta hälytys tulee. Hälyttävän laitteen tarkka sijainti voidaan paikantaa paikannuskaavioista osoitteen avulla. Laite voi olla katossa oleva ilmaisin tai seinään kiinnitetty paloilmoituspainike. Hälytyksen sattuessa käytäville asennetut palokellot alkavat soida. Tämä kertoo talossa oleskelevien, että heidän on poistuttava rakennuksesta.

Paloilmoitinjärjestelmän huoltoa ja kunnossapitoa koskevia velvollisuuksia käsitellään useissa määräyksissä. Pelastuslain (379/2011) mukaan paloilmaisu-, hälytys- ja muuta vaaraa ilmaisevien laitteiden täytyy pitää toimintakunnossa sekä huoltaa ja tarkastaa asiallisesti. Lisäksi pelastustoimen laitteita käsittelevän lain (10/2007) mukaan häätäkeskukseen liitettyjen paloilmaisinlaitteistoista ei saa aiheutua vaaraa kenellekään sekä niiden asiallinen ja luotettava toiminta täytyy varmistaa. Lisäksi kyseiset laitteet tulee tarkastaa ja huoltaa siten, että niitä koskevien vaatimusten katsotaan täyttyvän koko käyttöiän ajan. Huollosta, kunnossapidosta ja tarkastuksista on ennen säädetty myös sisäasianministeriön määräyksessä Sm-1999-440-440/Tu33. Nykyisellään määräys on kumoutunut, mutta esimerkiksi sähköturvallisuusviranomaisen mukaan sitä voidaan edelleen soveltaa hyvänä teknisenä käytäntönä (Turvallisuus ja kemikaalivirasto 2013).

Huolto- ja kunnossapitotehtävää ei tarvinnut alkaa laatia, koska sellainen oli jo olemassa. Koulun paloilmaisinlaitteisto huolto ja kunnossapito hoidetaan oman henkilökunnan ja paloilmoitinliikkeen toimesta. Henkilökunta vastaa järjestelmää koskevista koestuksista ja yhteystiestien suorittamisesta häätäkeskukseen. Paloilmoitinliike huolehtii laitteistojen osalta tarpeenmukaisista huolloista ja vuosihuolloista. Määräaikaistarkastus suoritetaan kolmen vuoden välein tehtävään hyväksytyn tarkastuslaitoksen toimesta.



Tehtävän toteutuksessa ja käyttöönoton jälkeisessä ylläpidossa on varmistuttava, että ohjelmasta ei puutu mitään oleellista ja tiedetään mitä toimenpiteitä kukakin taho voi suorittaa. Siinä on huomioitava järjestelmän käyttö-ohjeet ja noudatettava siinä annettuja ohjeita. Koulun järjestelmän osalta annettujen ohjeiden perusteella säännöllisiin toimenpiteisiin kuuluvat vain aluehälytyskeskukseen tehtävä yhteyskoe ja järjestelmän koestus (Oy ESMI Ab 2004, 5). Edellisen kappaleen mukaisesti nämä toimenpiteet ovat jo mukana tehtävässä. Valmistajan ohjeissa ei käsitellä varsinaisten laitteiden vaatimia huolto ja kunnossapito toimia, joten järjestelmän luotettavan toimintakunnon varmistamiseksi on suotavaa tarkastaa myös asiaan liittyvät suositukset. Tarkempia huolto ja kunnossapitotoimenpiteitä on käsitelty esimerkiksi ST - ohjeistossa 1, jossa käsitellään paloilmoinjärjestelmän suunnittelua ja toteutusta ja siinä käsitellään myös automaattisia paloilmoinlaitteita. Sen vuoksi listauksen asioiden voidaan katsoa olevan sovellettavissa tässä tapauksessa. Ohjeistuksen mukaan huolto- ja kunnossapito-ohjelman tulisi sisältää seuraavat toimenpiteet:

1. kuukausittain tehtävät koestustoimenpiteet
2. määräaikaistarkastuksissa tehtävät ilmaisimien ja palopainikkeiden toimintakokeet
3. ilmoituksensiirron koestukset
4. paloilmoinnimen keskuskokeen tarkastus
5. paloilmoinnimen teholähteiden tarkastus
6. akut on uusittava vähintään 4 vuoden välein valmistuspäivämäärästä lukien, ellei akkujen teknisessä todistuksessa ole muuta osoitettu
7. varavoimageneraattorien tarkastustoimenpiteet
8. aistinvarainen tarkastus rakenteellisten muutosten tai toiminnan aiheuttamasta muutostarpeesta ilmaisimien, palopainikkeiden ja hälyttimien sijoitukseen
9. aistinvarainen tarkastus, jolla varmistetaan, että ilmaisimien ympärillä on vähintään 500 mm vapaata tilaa ja että kaikkien palopainikkeiden luona esteetön pääsy
10. kaapelien ja laitteiden kunnon ja kiinnityksen aistinvarainen tarkastus
11. määräajoin uusittavien tuotteiden vaihto
12. kunnossapitopäiväkirjan ja määräaikaistarkastuspöytäkirjojen merkintöjen huomioon ottaminen
13. tulostimien toimintakunnosta varmistuminen

14. toteutuspöytäkirjan merkintöjen päivittäminen muuttuneita olosuhteita vastaaviksi ja tiedottaminen muutoksista kaikille sidosryhmille. Havaitut puutteet tulee välittömästi korjata. Ympäristöolosuhteista ja muista erityisyyistä johtuen saattaa olla tarpeellista tihentää huoltokäyntejä. (Hyytiä ym. 2010, 30)

Ensisilmäyksellä huomataan, että listauksessa on mukana nykyisessä ohjelmassa mukana olevat asiat ja valmistajan ohjeessa mainitut asiat. Näitä ovat kohdat 1 ja 3. Muita kohtia ei voida suoraan vertailla, koska paloilmoitusliikkeen vuositarkastuksen tarkempaa sisältöä ei varmuudella tiedetä. Sisällön pitäisi olla valmistajan ohjeen mukainen, mutta valmistajan ohjeissa ei käsitellä toimenpiteitä tarkemmin. Järjestelmän toimintakunnon kannalta tarpeellisista toimenpiteistä päättää siis lopulta paloilmoitinliike. Koulu voi kuitenkin halutessaan lisätä ohjelmaan listauksessa olevia asioita tai arvioida ohjelman asianmukaisuutta.

Koulun omalla henkilökunnalla ei ole valmiuksia suorittaa laitteiston kohdistuvia asennustoimia, koska se edellyttää riittävää koulutusta tarkastus-, huolto- ja korjaustehtäviin (Hyytiä ym., 31). Heidän katsotaan kuitenkin voivan huolehtia esimerkiksi kohtien 8, 9 ja 10 mukaisista aistinvaraisista tarkasteluista. Näihin tarkasteluihin katsotaan kuuluvan myös listauksesta puuttuva varsin tärkeä asia. Kyseessä on paloilmoitinlaitteiden viereen asennetut osoitemerkinnät. Osoitemerkintöjen olemassaolo ja luettavuus täytyy varmistaa, jotta paikantaminen voi luotettavasti onnistua.

Varsinaisen laitteiston vaatimista tarkastuksista ja huoltotoimenpiteistä huolehtii asianmukainen paloilmoitinliike. Näin ollen sen vastuulla katsotaan olevan myös listauksen kohdat 4, 5, 6 ja 7. Liikkeen toimintaedellytyksistä ja toiminnasta on säädelty määräyksillä tarkasti. Niiden mukaan työhön liittyvät tarkastus-, asennus- ja huoltotoimenpiteet täytyy suorittaa asiantuntevasti ja huolellisesti. Niissä on noudatettava hyväksi todettuja käytäntöjä, toimintaan liittyviä määräyksiä ja yleisesti hyväksytyjä suosituksia. (10/2007, 10§) Paloilmoitinliikkeen henkilöstön katsotaan pystyvän suorittamaan järjestelmää koskevat asennus sekä huolto- ja kunnossapitotoimet, kun he ovat saaneet laite-toimittajalta tai -valmistajalta koulutuksen ja kirjallisen pätevyystodistuksen kyseisten laitteiden käyttämiseen (Hovinen 2012, 1). Näin ollen voidaan varsin luotettavasti olettaa, että liike huolehtii vuositarkastuksessa ja tarpeenmukaisissa huolloissa kaikista järjestelmän toiminnallisuuteen ja turvallisuuteen liittyvistä seikoista.

Dokumenttien tarkastus ja päivitys täytyy myös suorittaa osana huolto- ja kunnossapitoa ja kuuluu luonnollisesti koulun vastuulle. Päivitystä vaativia dokumentteja ovat erityisesti paikannuskaaviot. Paikannuskaavioiden avulla paikannetaan hälytyksen aiheuttanut laite ja käytetään hyväksi irtikykentöjä tehtäessä. Kaavioiden ollessa ajan tasalla palon paikannus onnistuu ja irtikykentöjen osalta ei satu virheellisiä hälytyksiä. Lisäksi tulee varmistua, että ilmoituskeskukselta löytyvät tarvittavat dokumentit ja, että tiedetään mistä laitteistoa koskevat dokumentit löytyvät. Niistä voidaan tehdä merkitä tämän suunnitelman paikannusluetteloon.

#### **5.3.4 Savunpoistojärjestelmä**

Savunpoistojärjestelmän avulla huolehditaan palossa syntyvien kaasujen ja savun poistamisesta. Järjestelmään kuuluu mm. savunpoistoluukut, savunpoistopuhaltimet, jne. Koululla savunpoistolaitteisto jakaantuu alkeellisiin käsin käytettäviin savunpoistoluukkuihin sekä nykyaikaiseen savunpoistojärjestelmään. Jälkimmäinen on käytössä ainoastaan G - rakennuksessa. Järjestelmään kuuluu mm. savunpoistoluukkuja ja savunpoistopuhaltimia. Luukut ovat kaasutoimisia ja ne on varustettu magneettikytkimin. Tämänkaltaisilla laitteilla helpotetaan pelastustöitä, joten pelastuslaki velvoittaa huolehtimaan laitteiden toimintakunnosta, asianmukaiset tarkastuksista ja huoltotoimenpiteistä. Tilanteesta riippuen toimenpiteistä on velvollinen huolehtimaan joko rakennuksen haltija, omistaja tai toiminnanharjoittaja (379/2011, 12§).

Paloilmoitinjärjestelmän tapaan myös savunpoistojärjestelmälle oli jo olemassa huolto- ja kunnossapitotehtävä. Sen mukaan järjestelmän huolto- ja kunnossapitotoimista huolehtii koulun ulkopuolinen taho. Toimenpiteisiin kuuluu esimerkiksi savunpoistoluukujen tarkastus. Tämän lisäksi huoltosopimuksessa on oltava mukana myös G - rakennuksen osalta savusulut, -poistopuhaltimet, -poistokanavat ja muut laitteet kuten ohjauskeskukset, jotta järjestelmän luotettava toimintakunto voidaan varmistaa (Heinonen ym. 2012, 3 - 4). Tehtävään kuuluvat toimenpiteet suoritetaan kerran vuodessa. Toimenpiteistä huolehtii koulun ulkopuolinen taho, joten huoltosopimus on pidettävä voimassa ja ajan tasalla niin kauan kuin tilat on käytössä. Ylläpitoon liittyen koululla on huolehdittava, että laitteistoa koskevat dokumentit ovat olemassa ja, että ne päivitetään tarpeenmukaisesti. Säännöllisten tarkastusten välisenä aikana on pidettävä silmällä laitteiston kuntoa ja toimintaa. Tarvittaessa on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin.

### 5.3.5 Kaasusammutusjärjestelmä

Kaasusammutusjärjestelmä on automaattisen sammutusjärjestelmän muoto, jossa tulipalon sammutus perustuu kaasun avulla tukahduttamiseen vahingoittamatta suojattavia laitteistoja. Käytössä oleva järjestelmä on pidettävä koko laitteiston käyttöajan toimintakuntoisena ja suojattavan kohteen käyttötarkoitusta vastaavana. Näiden vaatimusten täyttäminen edellyttävät järjestelmän osalta huolto ja kunnossapitotoimia. Niitä varten täytyy laatia kunnossapito-ohjelma, jonka avulla huolehditaan säännöllistä huoltoa ja kunnossapitoa vaativista osista (SM-1999-967/Tu-33/2000, 19 - 20 §)

Automaattinen sammutusjärjestelmä löytyy koululta ainoastaan G - rakennuksesta. Sen avulla suojataan rakennuksen 00. kerroksessa sijaitsevia sähkötiloja ja serverihuonetta. Järjestelmän on toimittanut Agis Fire& Security Oy ja sen toiminta perustuu INERGEN - sammutuskaasun käyttöön. Hälytyksen sattuessa järjestelmä täyttää hälyttävän tilan kaasulla, jonka vaikutuksesta tilan happipitoisuus laskee. Hapen puutteen ansiosta tulipalo pitäisi tukahtua. Henkilöturvallisuuden kannalta sammutusalueelle jäänyt henkilö ei ole heti vaarassa happipitoisuuden laskiessa, sillä kaasu pyrkii kiihdyttämään hengitystiheyttä riittävän hapen tarpeen turvaamiseksi. (AGIS Fire& Security, Kaasusammutusjärjestelmät)

Huolto ja kunnossapitotehtävät oli jo laadittu järjestelmän toimittaneen asennusliikkeen toimesta, joten tarpeellisten toimenpiteiden katsotaan olevan kunnossa. Tehtävään kuuluvat seuraavat toimenpiteet: kuukausitarkastus, vuosihuolto, tarpeenmukainen huolto vikatapauksissa tai muutostöiden johdosta, säiliöiden koeponnistukset sekä paineletkujen vaihdot kymmenen vuoden välein. Tehtäviin kuuluu myös määräyksen mukaisesti määräaikaistarkastuksen teettäminen neljän vuoden välien (SM-1999-967/Tu-33/2000, 12 §). Näiden lueteltujen toimenpiteiden lisäksi laitteiston katsotaan olevan tarkastusten välisenä aikana jatkuvan tarkkailun alaisena. Toimenpiteiden suorittajat koostuvat kolmesta osapuolesta. Kuukausitarkastuksen suorittaa nimetyt laitteiston hoitajat. He vastaavat myös laitteiston kunnossapitotoista sekä heidän nimet, puhelinnumerot ja muut yhteystiedot täytyy merkitä kunnossapitopäiväkirjaan. Tiedoista täytyy vielä tehdä ilmoitus hätäkeskukseen ja kunnan pelastusviranomaiselle. (SM-1999-967/Tu33/2000, 22§) Määräaikaistarkastuksen suorittaa vain pelastustoimen laitteiden teknisiä vaati-

muksia ja tuotteiden paloturvallisuutta koskevan lain (562/1999) 6 § mukainen turvatekniikan keskuksen hyväksymä tarkastuslaitos (SM-1999-967/Tu-33/2000, 10 § & 12 §). Edellisessä lauseessa mainittu laki on nykyisillään kumottu pelastustoimen laitteita koskevalla lailla (10/2007), joten pätevyysvaatimuksien nykyinen tilanne on tarkastettava huolella. Sammutuslaitteistojen tarkastuslaitosten hyväksymistä käsitellään tarkemmin lain (10/2007) 11 §. Muista laitteistoa koskevista toimenpiteistä huolehtii asennusliike Agis Fire & Security Oy. Jos asennusliikettä joudutaan vaihtamaan, uuden liikkeen tulee täyttää järjestelmää koskevan asetuksen (SM-1999-967/Tu33/2000) 6§ mukaiset ehdot. Toimenpiteiden suorittamisesta ja havainnoista on ylläpidettävä kunnossapitopäiväkirjaa, joka löytyy laitteiston läheisyydestä.

Huolto- ja kunnossapitotehtävä kattaa laitteistoa koskevat toimenpiteet ja niiden suorittajat, mutta niihin liittyen voidaan joutua tekemään ilmoituksia. Jos laitteisto tehdään osittain tai kokonaan toiminta kyvyttömäksi, siitä täytyy tehdä etukäteen ilmoitus kunnan pelastusviranomaiselle (SM-1999-967/Tu33/2000,19§). Tämänkaltainen tilanne voi olla esimerkiksi huolto ja kunnossapito toimenpiteen suorittaminen. Laitteiston lisäksi myös henkilöstössä tapahtuneista muutoksista pitää tarvittaessa tehdä ilmoitus. Laitteiston hoitajien tiedoissa tapahtuneista muutoksista täytyy ilmoittaa hätäkeskukseen ja kunnan pelastusviranomaiselle (SM-1999-967/Tu33/2000, 22§).

### **5.3.6 Automaattiset palo-ovet**

Palo-ovet toimivat palon aikana osastoivina rakenteina eli ne hidastavat palon etenemistä. Ne on pidettävä normaalikäytössä suljettuina. Jos ovia halutaan pitää silloinkin auki, niihin on asennettava asiamukaiset laitteet, joiden avulla ovet sulkeutuvat tulipalon sytyessä (Ympäristöministeriö 2011, 18). Näihin laitteisiin kuuluu paloilmaisinlaitteita, joten pelastuslain mukaisesti niiden toimintakuntoa on ylläpidettävä (379/2011, 12 §). Laitteilla varustettuja ovia löytyy mm. E - talon ensimmäisen kerroksen käytävältä ja I - talon ensimmäisestä kerroksesta rakennuslaboratorion läheisyydestä.

Automaattiset palo-ovet olivat jo mukana keskeneräisessä huolto- ja kunnossapitoohjelmassa, joten tyydytään vain arvioimaan sen sisältöä. Sen mukaisesti testaus tapahtuu kahdella tavalla: palo-oven ilmaisimien tai testauspainikkeen avulla. Ilmaisimella testattaessa käytetään työhön soveltuvaa työkalua, jonka avulla ilmaisimeen suihkute-

taan paloa simuloivaa kaasua. Ilmaisimen pitäisi sen vaikutuksesta havahtua ja oven sulkeutua. Kohteessa on käytössä myös uudempia palo-ovia, joiden testaus ei vaadi kaasun käyttöä. Niiden testaus suoritetaan painamalla oven läheisyydessä sijaitsevan ohjauspaneelin testauspainiketta. Jos ovet olivat auki ennen testauksia, ne palautetaan alkuperäiseen tilaan. Koestuksen yhteydessä tulisi tarkastaa myös laitteiden ja ovien kunto.

Ovien toiminnan testaus suoritetaan neljä kertaa vuodessa. Aikataulu ei perustu määräyksiin vaan se on tätä kohdetta varten laadittu. Toimenpiteiden ulkopuolella on huolehdittava, että ovien eteen ei jätetä sulkeutumista hankaloittavia esteitä. Jos oviin liittyen tehdään muutoksia tai aikataulua halutaan muuttaa, arvioinnissa voidaan konsultoida esimerkiksi paloilmoitinliikettä.

## **5.4 Muut asennukset**

Koulun kiinteistöjen sähköjakeluun katsotaan kuuluvan sellaisia osia, jotka eivät ole varsinaisia sähkölaitteita tai -laitteistoja. Tässä luvussa on otettu huomioon ne osat, jotka liittyvät oleellisesti sähköjakelun toimintaa ja turvallisuuteen. Näille osille luodaan samankaltaiset huolto ja kunnossapitotehtävät kuin muille sähkölaitteille ja -laitteistoille. Tehtävien laadinnassa on jouduttu kiinnittämään erityistä huomioita huolto- ja kunnossapitotarkastuksien vaikutusta henkilöstöön, koska osien lukumäärät ovat hyvin suuria.

### **5.4.1 Läpiviennit**

Läpivienneillä tarkoitetaan rakenteellisiin osiin (seiniin tai kattoon) tehtyä aukkoa, jonka kautta esimerkiksi johdot saadaan kuljetettua tilasta toiseen. Läpivientejä koskevat vaatimukset riippuvat siitä minkä tyyppiseen rakennusosaan läpivienti tehdään. Määräyksissä on asetettu vaatimukset vain osastoivien rakennusosien suhteen. Niihin tehty läpiviennit tulee tiivistää niin hyvin, että kyseinen osastointi ei heikkene. Tätä vaatimusta varten pitää olla tiedossa rakennusosa luokittelu. Jotta läpivienti täyttäisi sille asetetun vaatimuksen, sen luokituksen täytyy olla sama kuin rakennusosan. (Ympäristöministeriö 2011, 17 - 19) Kun vaatimus täytetään ja asennus on tehty oikein, läpiviennin katsotaan kestävän suunnitellun käyttöiän ja lisäksi se on normaaliolosuhteissa huolto-

vapaa. Tilanne voi kuitenkin muuttua käytön aikaisten muutostöiden kuten kaapeleiden lisäyksen seurauksena. Muutostöiden vuoksi katsotaan, että läpivientien kuntoa tulee tarkkailla. (Suomen Palokatko-yhdistys ry 2013, 13 - 17)

Tehtävän sisältöön kuuluu läpivientien kunnon ja tiiviiden tarkastus. Silmämääräisesti tarkastetaan onko läpiviennissä aukkoja, halkeamia tai murtumia, jotka voisivat olla merkki riittämättömästä tiiviydestä. Mahdolliset korjaukset tulee suorittaa kohteeseen soveltuvalla tiivistysainetta. Tiivistyksessä suositellaan käytettävän ETA - ja CE - hyväksytyjä tuotteita (Suomen Palokatko-yhdistys ry 2013). Kyseisiä aineita joudutaan käytännössä hyödyntämään, koska voimassaolevan pienjänniteasennuksia koskevan standardin mukaan läpivientien tulee olla ETA - hyväksytyjä ja CE - merkinnällä varustettuja. Vaihtoehtoisesti läpiviennit voidaan luokitella ja sen jälkeen sertifioida standardin EN 13501-2 perusteella. (SESKO ry 2012, 228). Aineen valintaan liittyen olisi hyvä pohtia myös mitä vaikutuksia sillä on muutostöiden suorittamiseen ja niihin liittyvään turvallisuuteen. Jos korjaus tehdään usealla eri aineella, niiden yhteensopivuus pitää tarkastaa. Käytettyjen aineiden osalta tulisi ylläpitää luetteloa, jotta niiden soveltuvuus käyttökohteeseen voidaan myöhemmin osoittaa.

Läpivientien tiivistyksien suorittajan suhteen esitetään joitain vaatimuksia. Suomen Palokatko-yhdistys ry:n mukaan läpiviennin tiivistyksen saisi asentaa vain riittävän koulutuksen saanut henkilö. Hänellä olisi oltava riittävän hyvä perehdytys tiivistysaineiden käyttöön ja asennustyön suorittamiseen. Lisäksi hänen olisi tunnettava osastoivien rakennusosien vaatimukset ja työhön liittyvät hyväksyntäehdot. (Suomen Palokatko-yhdistys ry 2013, 12 - 13) Yhdistyksen toiminnassa on mukana monia alalla toimivia yrityksiä, joten suosituksen luotettavuutta voidaan pitää hyvänä. Määräyksissä ei ole kuitenkaan asetettu tiivistyksen suorittamista varten pätevyysvaatimuksia, joten yhdistyksen suositusta voidaan pitää vain ohjeellisena. Se käsittelee asiaa myös enemmän asennusliikkeen näkökulmasta. Asennusliikkeen tilaaminen tulee kysymykseen isommissa töissä tai urakoissa, mutta pääsääntöisesti koululla tehdään pieniä muutostöitä tai yksittäisiä tiivistyksiä. Niiden kohdalla on varmasti kustannustehokkaampaa hyödyntää ohjeistusta, jos se henkilöstön osaamisen ja resurssien puitteissa on mahdollista.

Koululla voidaan tehdä edellä mainittuja muutostöitä oman henkilökunnan sekä ulkopuolisten urakoitsijoiden toimesta, joten läpivientien tarkkailua voidaan pitää suositeltavana. Suuren koon vuoksi on kuitenkin erittäin hankalaa tarkastaa kaikkia koulun läpi-

vientejä. Sen sijaan tarkastukset voitaisiin tehdä esimerkiksi pistokoemaisesti tai porrastetusti. Pistokokeilla saataisiin nopeasti tehtyä arvio tilanteesta, mutta sen virhemarginaalia voidaan katsoa olevan suuri. Porrastus on kattavin vaihtoehto, mutta se on myös aikaa vievin. Sitä voidaan pitää laadun varmistamisen kannalta järkevimpänä ratkaisuna, koska kohteessa ei ole ennen ollut olemassa läpivientien osalta huolto ja kunnossapito-ohjelmaa. Porrastuksessa olisi turvallisuuden kannalta järkevää käyttää eriasteisia painopisteitä. Tarkastus kohdistettaisiin ensin esimerkiksi tiloihin, jotka ovat rakennuksen paloturvallisuuden kannalta erittäin suuressa merkityksessä. Tällaisia tiloja olisivat esimerkiksi kulku- ja poistumisreitit. Kun rakennuksesta poistuminen on varmistettu, voitaisiin tarkastuksen painopistettä muuttaa ja laatia uusi tarkastusalue. Jos uusia painopisteitä ei saada laadittua, niin porrastusta voitaisiin jatkaa tämän jälkeen esimerkiksi talokohtaisilla tarkastuksilla.

Paras mahdollinen lopputulos saavutetaan säännöllisillä tarkastuksilla. Tätä varten täytyy määritellä sopiva tarkastusväli. Tarkastusvälin arviointi alkaa arvioimalla läpivientien vaatimustaso. Koulun tilat ovat suurimmilta osin luokkahuoneita, toimistotiloja ja käytäviä. Tällaisissa tiloissa tehtävät muutokset ovat yleensä harvinaisia ja pieniä lukuun ottamatta suurempia urakoita. Näin ollen läpivientien vikaantumisriski katsotaan pieneksi ja kulumisen katsotaan olevan vähäistä. Vioittunut tai puutteellinen läpivienti ei yleensä haittaa sen käyttöä, mutta siitä aiheutuu luonnollisesti turvallisuusriski. Viallisen palosulun voidaan katsoa pahimmillaan aiheuttavan hätätilanteessa suurta vaaraa, koska läpiviennistä kulkeutuva savu on hengenvaarallista. Tämän kriteerin kautta läpiviennit kuuluisivat erittäin vaativaan luokitukseen. Se taas tarkoittaisi joka vuosittaisia tarkastuksia (Sähkötieto ry 2006a, 2). Tämä kuulostaa liian tiheältä väliltä ottaen huomioon kohteen koon ja henkilöstöresurssien määrän. Jos vaatimustaso sen sijaan asetetaan tavanomaiseksi, saadaan tarkastusväliksi kolme vuotta. Läpiviennit voidaan luokitella tavanomaiseksi, jos katsotaan että niistä ei aiheudu välitöntä tai suurta vaaraa. Palon aikana voidaan olettaa, että kaasujen siirtymiseen tilasta toiseen kuluu jonkin verran aikaa eli vaara ei ole välitön. Pidetään myös epätodennäköisenä, että palo pääsee laajenemaan merkittävästi ennen kuin palohälytys ryhtyy toimimaan. Sen perusteella ihmisten pitäisi poistua rakennuksesta mahdollisimman nopeasti. Näin ollen ihmisten pitäisi olla turvassa ennen kuin palo pääsee leviämään vaaralliselle tasolle. Näiden pohdintojen perusteella valitaan vaatimusluokaksi tavanomainen. Sen mukaisesti tarkastusväliksi saadaan kolme vuotta (Sähkötieto ry 2006a, 2). Säännöllisen tarkastuksen lisäksi palo-



katkot tarkistetaan myös kun asennusolosuhteet muuttuvat, esim. asennetaan uusia kaapeleita.

Läpivientien kunnolla ja tiiviydellä on muita merkityksiä kuin palon hidastaminen ja rajaaminen. Esimerkiksi automaattisten sammutusjärjestelmien toiminnallisuus voi heikentyä jos tila ei ole riittävän hyvin tiivistetty. Koululla paljastui tapaus, jossa läpivientien tiivistyksien puute aiheutti G - rakennuksen kaasusammutusjärjestelmän toimintakyvyn heikkenemisen. Järjestelmän tehokas toiminta edellyttää sitä, että sammutettava tila on tiivis. Yhdessä sammutusjärjestelmällä varustetussa tilassa havaittiin vuositarkastuksen yhteydessä puutteita läpivientien osalta. Jos sammutuskaasut olisi laukaistu tähän tilaan, kaasua olisi päässyt karkaamaan tiivistämättömän läpiviennin kautta toiseen tilaan. Tämän seurauksena paloa ei enää pystyittäisi riittävällä varmuudella sammuttamaan. Näiden havaintojen perusteella voidaan todeta, että tässä tehtävässä on kiinnitettävä erityistä huomiota kaasusammutusjärjestelmällä varmistettujen tilojen läpivientien kuntoon ja tiiviYTEEN.

#### **5.4.2 Kaapelihyllyt, -tikkaat, johtokanavat ja sähkölistat**

Johtoreittien huolto ja kunnossapitotehtävä aloitetaan mekaanisen kunnan varmistamisella. Rakenne tarkastetaan fyysisten vaurioiden osalta kuten mm. lommojen, terävien reunojen ja korroosion osalta. Samalla huolehditaan, että kaikki rakenteeseen kuuluvat osat, kuten johtokanavien kannet ja päädyt, ovat paikallaan. Seuraavaksi tarkastetaan johtoreittien kiinnitykset. Lopuksi tarkastetaan pölyn määrä ja mahdollisten vierasesi-  
neiden tai -aineiden olemassaolo. (Sähkötieto ry 2006a, 2) Kosteuden esiintymistä tulisi myös pitää silmällä. Edellisten toimenpiteiden lisäksi tehtävään voidaan harkinnan perusteella liittää mukaan myös johtojen sekä johtoreitteihin asennettujen kojeiden ja laitteiden tarkastukset.

Johtokanavien kohdalla ei ole järkevää suorittaa määrätyin välein tehtäviä tarkastuksia niiden suuren lukumäärän vuoksi. Lisäksi käytetyt johtokanavat ovat pelkästään alumiinisia. Niiden vikaantumista voidaan pitää erittäin epätodennäköisenä, koska ne kestävät hyvin iskuja ja tiiviiden kansien ansiosta haitallisten vierasaineiden esiintyminen on epätodennäköistä. Niistä puuttuvat osat eivät myöskään normaalisti aiheuta suoraan sähköturvallisuusriskiä. Tämän lisäksi ne sijaitsevat lähes poikkeuksetta aina silmin

nähtävissä paikoissa, joten puutteet on helppo havaita. Siksi on järkevämpää hoitaa johdotkanavien tarkkailu jatkuvan tarkkailun kautta. Sähkölistojen osalta myös suositeltavaa suorittaa jatkuva tarkkailu, koska niiden käyttö on hyvin vähäistä.

Kaapelihyllyjen- ja tikkaiden osalta tilanne on monimutkaisempi. Kaapelihyllyt sijaitsevat suurimmilta osin piilossa alennetun katon sisällä. Siellä ne ovat hyvin suojassa mekaanisilta vaurioilta ja pölyltä kunhan kattoa ei avata. Korroosion esiintymisen riskiä voidaan myös pitää erittäin pienenä. Kaapelitikkaat puolestaan sijaitsevat yleensä sähkötiloissa keskuksen vieressä. Ne ovat alttiita pölylle ja vaurioille, mutta ne ovat myös helposti nähtävissä ja ne kulkevat näille alttiissa oloissa hyvin lyhyen matkan. Lisäksi niissä kulkee yleensä kaapelihyllyihin verrattuna vähemmän kaapeleita eikä niihin keräänny yhtä helposti pölyä. Näiden seikkojen perusteella voitaisiin sanoa, että jatkuva tarkkailu on riittävä.

Hyllyillä on turvallisuuden kannalta suurempi merkitys. Hyllyillä kulkevat johdot voivat muodostaa suuren palokuorman alennetun katon sisälle. Tällaisia hyllyjä kulkee mm. poistumisreittien yläpuolella. Hyllyille voi kerääntyä palokuormaa ja syttymisriskiä kasvattavaa pölyä, josta voi sitten syntyä vaaratilanne johtojen tai ympäristön lämpötila noustessa liian korkeaksi. Pölyn kerääntymisen ja lämpötilan tarkkailemiseksi voidaan katsoa, että määrävälein tehtävä tarkastus on paikallaan. Hyllyt eivät myöskään ole olleet aikaisemmin mukana huolto ja kunnossapito-ohjelmassa, joten niiden kuntoa, puhtautta tai lämpötiloja ei varmuudella tiedetä. Määritellään kaapelihyllyjä varten vaatimusluokitus. Edellä mainittujen kriteerien perusteella ne voitaisiin hyvin luokitella kevyen tasoon, mutta paloturvallisuuden varmistamiseksi nostetaan vaatimusluokka tavalliseen tasoon. Sen perusteella tarkastuksen määräväliksi saadaan 6 vuotta. (Sähkötieto ry 2006a, 2) Hyllyjen suuren lukumäärän vuoksi tarkastukset on suositeltavaa toteuttaa samalla tavalla kuin läpivientien tarkastus luvussa 5.4.1.

### **5.4.3 Pistorasiat ja kytkimet**

Vaurioitunut pistorasia tai kytkin voi olla sähköturvallisuus riski, jos kojeen kosketussuojaus pettää. Sillä voi olla myös toiminnallisia vaikutuksia esimerkiksi syötettäviin tai ohjattaviin laitteisiin. Sen vuoksi tehtävään otetaan mukaan mekaanisen kunnon varmistus. Ensisijaisesti kohteena oleva koje tarkastetaan vain silmämääräisesti. Jos kosketus-

suojauskohteissa havaitaan puutteita, siirrytään tarkempaan tarkasteluun, jossa kosketussuojauksen poistetaan ja tarkastetaan varsinaisen kojeen kunto. Kytkimien kohdalla toiminnallisuus testataan kääntämällä kytkin toiminta-asentoon. Tarkastuksissa havaitut vialliset kojeet ja kosketussuojaukset vaihdetaan uusiin.

Pistorasioiden ja kytkimien osalta määrävälein tehtäviä toimenpiteitä ei voida pitää järkevä. Kohteen suuri koko ja sitä kautta kojeiden suuri lukumäärä aiheuttaisivat merkittäviä paineita rajalliselle henkilöstölle. Lisäksi kyseisten kojeiden vikaantumisriskiä voidaan pitää hyvin pienenä. Siksi koulun kannalta järkevämpää vaihtoehtona voidaan pitää jatkuvaa tarkkailua. Erityistä huomiota olisi suotavaa käyttää sellaisissa tiloissa, joissa kojeisiin voi kohdistua ulkoisia vauriotekijöitä kuten voimakkaita iskuja. Tällainen tila on esimerkiksi liikuntasali. Lisäksi kosteiden tilojen osalta on kiinnitettävä huomiota IP44 - luokiteltujen pistorasioiden kuntoon, jotta luokituksen mukainen veden sietokyky säilyy.

Pistorasioiden turvallisuus liittyen havaittiin kohteessa huolestuttavia seikkoja Kuntokatu 4:n kuntotarkastuksessa. Sen aikana tehdyissä mittauksissa havaittiin, että pistorasialta mitattu oikosulkuvirta ei ollut riittävä. Tämä olisi siis selkeä sähköturvallisuus riski. Vikaa ei löydetty kaikista pistorasioista, vaan ainoastaan Ductel - tyyppisistä pistorasioista. Nämä pistorasiakojeet ovat modulaarisia eli ne voidaan liittää suoraan Ductel - johtokanavaan ilman kojerasiaa ja niitä voidaan liittää yhteen eli ketjuttaa. Vian luonne oli oimittuinen, sillä sitä ei havaittu yksittäisissä pistorasiakojeissa tai pistorasiaketjun ensimmäisessä kojeessa. Vikaa tutkimaan saapui tutkimusryhmä, joka kiersi mittaamassa vikoja ja otti näytteitä myöhempiä tutkimuksia varten. Tutkimuksissa ei pystytty tekemään selkeitä ja suoria johtopäätöksiä, koska käytetyt mittarit antoivat toisistaan hyvin vaihtelevia tuloksia. Sen sijaan pohdittiin vian aiheuttajaa. Yhdeksi vaihtoehtoksi nousi ketjutettujen pistorasiakojeiden välinen liitosmateriaali, joka olisi mahdollisesti hapettunut. Asiaan ei saatu selvitettyä paikan päällä, mutta myöhempien tutkimusten tuloksena pistorasioiden todettiin olevan turvallisia. Tulevaisuudessa mittauksissa tulisi kuitenkin käyttää 0,2 A sijaan 10 A mittaussvirtaa. (Lehtonen 2015) Kyseisiä pistorasioita saa siis vielä käyttää, mutta tämä tapaus nosti ilmoille kysymyksiä ja huolia niiden toimintakyvyn suhteen.

#### 5.4.4 Autonlämmityspisteet

Lämmityspisteiden huolto ja kunnossapitotehtävään kuuluu koteloiden ja niiden sisältämien laitteiden mekaanisen kunnan tarkastus. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää pistorasioiden kuntoon, sillä kesällä 2013 tehdyissä tarkastuksissa havaittiin yhdessä pistorasiassa huolestuttava vika. Pistorasian koje oli hajonnut ja yksi sen johdoista oli irrallaan. Ulkoisesti se kuitenkin näytti täysin ehjältä, joten nopealla silmäyksellä kaikki näytti olevan kunnossa. Tarkempi tutkimus kuitenkin paljasti ongelman. Testataan seuraavaksi koestuksia vaativien suojalaitteiden toiminta. Tähän kuuluu kotelon vikavirtasuojien toiminta testauspainikkeen avulla. Lopuksi suoritetaan koteloiden lukkojen rasvaus. Tarkastuksien välisenä aikana tulisi kiinnittää huomiota käyttämättömiin lämmitysjohdoin ja koteloiden lukituksiin. Turvallisuussyiden takia käyttämättömät lämmitysjohdot tulisi poistaa ja avonaiset kotelot lukita.

Tarkastuksien osalta noudatettiin toiminnassa ollutta vanhaa aikataulua, jonka mukaan lämmityspisteet tarkastettiin kerran vuodessa. Aikataulun toimivuutta ei tiedetty, joten sen arvioinnin katsotaan olevan paikallaan. Se on kuitenkin hankalaa, koska suosituksista ei löydy suoraan sopivaa vertailukohdetta. Sen sijaan niitä löytyy koteloiden sisältämien kojeiden osalta. Käsittelyyn on otettu vain suojalaitteet, koska ne liittyvät oleellisesti turvallisuuteen. Suojalaitteista otettiin huomioon vain ne, jotka vaativat säännöllisiä koestuksia. Tässä tapauksessa kyseeseen tulevat vikavirtasuojat. Niiden koestuksien aikataulua käsiteltiin jo aikaisemmin luvussa 5.2.2. Sen mukaisesti vikavirtasuojat pitäisi koestaa kerran puolessa vuodessa. Lämmityspaikkojen aikataulun havaitaan poikkeavan huomattavasti tästä aikataulusta. Eroa voidaan selittää esimerkiksi lämmityskauden avulla. Lämmityspisteitä käytetään ainoastaan lämmityskautena, jonka katsotaan alkavan syksyllä ja päättyvän keväällä. Ajallisesti tämän on noin puoli vuotta. Muuna aikana lämmityspisteiden katsotaan olevan käyttämättömiä joten tarkastuksia ja testauksia ei välttämättä tarvittaisi. Vikavirtasuojien testaus tulisi suosituksen mukaan suorittaa vähintään kerran vuodessa, joten näistä näkökulmista katsottuna nykyinen aikataulu olisi riittävä (Sähkötieto ry 2006c, 4). Tilanne voi olla toisenlainen turvallisuuden näkökulmasta, koska nykyisen aikataulun avulla ei pystytä havaitsemaan lämmityskauden aikana tai muuna aikana aiheutuneita vikoja. Aikaisemmin mainittu pistorasiavika on voinut tapahtua lämmityskautena kun auton on yritetty siirtää lämmitysjohdon ollessa vielä kiinni. Jos pistorasia vioittuu samalla tavalla, maallikko ei nopealla silmäyksellä välttämättä huomaa vikaa. Käyttäjien turvallisuuden vuoksi voisi olla suositeltavaa tarkastaa

pisteet myös lämmityskauden päätteeksi. Käytön aikana voidaan katsoa, että lämmityspisteet ovat käyttäjien jatkuvan tarkkailun alaisena ja heidän tulee ilmoittaa havaitsemistaan vioista.

#### 5.4.5 Maadoitukset

Maadoituksilla on kiinteistön sähköturvallisuuden kannalta tärkeä rooli. Niiden avulla pyritään ensisijaisesti rajoittamaan syntyviä kosketus- ja askeljännitteitä. Maadoituksilla pyritään estämään myös mm. vaarallisten jännitteiden siirtyminen ja vaarallisten vuotovirtojen syntyminen. Lisäksi tiettyjen suojalaitteiden toimiminen edellyttää, että maadoitukset on tehty. Turvallisuuden lisäksi maadoituksilla on häiriönsuojaukseen liittyvä rooli. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012, 275) Kiinteistössä tehtävät maadoitukset voidaan käytännössä jakaa kolmeen osaan: maadoitukset, suojamaadoitukset ja potentiaalintasaukset. Sähköasennuksien maadoituksia varten rakennetaan yhteys maan potentiaaliin. Tällöin maahan asennetaan maadoituselektrodi, joka yhdistetään maadoitusjohtimilla kiinteistön päämaadoituskiskoon, johon liitetään sitten kaikki suojamaadoitukset ja potentiaalintasaukset. Suojamaadoituksella maadoitetaan järjestelmä tai asennuksen osa suojauksen takia. Potentiaalintasauksella taas on tarkoitus tuoda kaikki johtavat osat samaan potentiaaliin. Tämän seurauksena vaarallisia potentiaalieroja ei pitäisi syntyä potentiaalitasattujen osien välille. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2012, 275 - 283)

Huolto- ja kunnossapitotehtävässä on huolehdittava erityisesti maadoituksien mekaanisesta kunnosta, jotta sähköinen yhteys maahan säilyy ja sähköinen johtavuus pysyy vaaditulla tasolla. Rakennetta tarkastettaessa on käytettävä harkintaa, koska se ei ole aina mahdollista. Esimerkiksi johtimien sekä massa- ja upotettujen ja maahan asennettujen osien osalta kuntoa ei välttämättä voida silmämääräisesti tarkastaa. Niiden kuntoa voidaan sen sijaan arvioida mittauksien avulla. Maahan asennettujen maadoituselektronien osalta voidaan suorittaa maadoitusresistanssin mittausta. Muiden asennuksien osalta voidaan mitata tarvittaessa jatkuvuusmittauksia. Mittaustulokset ja erityiset asennusolosuhteet on otettava huomioon suoritettaessa rakenteen tarkastuksia.

Liittimet ja liitokset tarkastetaan luvun 5.2.1 mukaisesti. Päällekkäisyyksien ja turhien tarkastusten välttämiseksi maadoituksien liitosten tarkastukset on suotavaa yhdistää

keskuksien tarkastuksen kanssa. Tähän tehtävään kuuluisivat vain liitokset, jotka sijaitsevat keskuksien ulkopuolella. Maadoituksien kohdalla liitoksen resistanssilla ei ole merkitystä paloturvallisuuden kannalta, koska maadoituksissa ei normaalisti kulje virtaa. Sen sijaan resistanssin kasvu huonontaa sähköistä johtavuutta ja heikentää sitä kautta maadoituksien toimintakuntoa.

Maadoitukset eivät olleet mukana keskeneräisessä huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa, joten niitä varten pitää laatia aikataulu. Lähdetään liikkeelle maadoituksien vaatimusluokituksen arvioinnista. Mekaaninen rakenne muodostuu liitoksien ja liittimien avulla yhdistetyistä rakenteellisista komponenteista. voidaan jakaa rakenteellisiin komponentteihin, joista muodostuu liitokset ja liittimet avulla toimiva kokonaisuus. Komponentteja ovat johtimet ja kiskot. Niiden ei katsota vikaantuvan elleivät ne korroosioitu tai mekaanisesti vaurioitu. Mekaaninen vaurioiden voidaan katsoa syntyneen vain asennusvaiheessa, koska asennusolosuhteissa vaurioiden todennäköisyys on hyvin pieni. Lisäksi asennuksien on pitänyt läpäistä käyttöönottotarkastus ennen luovutusta. Näin ollen vaurioiden esiintymistä voidaan pitää epätodennäköisenä, mutta ei mahdottomana. Asennusolosuhteet ovat suurimmilta osin puhtaita kuivia tiloja, joten myös korroosion todennäköisyyttä pidetään hyvin pienenä. Näin ollen maadoituksien toimintakyvyn katsotaan riippuvan ensisijaisesti liittimistä ja liitoksista. Ne sijaitsevat pääasiassa keskuksien sisällä, lukuun ottamatta joitain erillisiä kiskoja. Sen vuoksi mekaanisten vaurioiden riskin katsotaan olevan hyvin pieni. Sähkökeskukset sijaitsevat pääasiassa kuivissa tiloissa, joten korroosion riskin katsotaan myös olevan pieni. Erityistapauksista on tehtävä tarkastuksen aikana tarkempi selvitys ja tarvittaessa tehtävä uusi arviointi.

Maadoituselektrodi on ainoa komponentti, joka asennetaan maahan. Siellä sen katsotaan olevan suojassa mekaanisilta vaurioilta, joten sitä voi uhata ainoastaan korroosio. Tätä on kuitenkin hankala ennustaa, joten oletetaan, että elektrodi on valittu suunnitteluvaiheessa kestäämään maaperässä vallitsevat olosuhteet. Pohdintojen jälkeen arvioidaan sopiva vaatimusluokitus. Maadoitusten virheellinen toiminta vikatapauksessa voi aiheuttaa välittömän vaaran, joten sen perusteella ne sijoittuisivat erittäin vaativaan luokkaan. Kuitenkin aikaisemmissa pohdinnoissa pääteltiin, että maadoituksien kuluminen on erittäin vähäistä ja vioittuminen epätodennäköistä. Lisäksi niiden toimivuus on varmistettu kiinteistön käyttöönottotarkastuksessa. Tämän perusteella valitaan luokitukseksi tavallinen. Sen mukaan liittimien ja liitoksien tarkastus sekä maadoituselektronin mittaukset suoritetaan kuuden vuoden välien (Sähkötieto ry 2006b, 5).

Suoritetaan vielä vertailu erilaisten standardien suhteen, koska koulun maadoitukseen kuuluu pien- ja suurjännitemaadoituksia. Ainoastaan suurjännitestandardissa käsitellään maadoituksiin liittyviä huolto- ja kunnossapitotoimia. Standardi on päivittynyt tämän työn teon aikana, joten otetaan huomioon vanha ja uusi standardi. Vanha standardi suosittelee toimenpiteitä ainoastaan maadoituselektrodin suhteen. Sen mukaan maadoituselektrodin resistanssi tulisi mitata kuuden tai kahdentoista vuoden välein riippuen sen rakenteesta. (SESKO ry 2009, 86) Ensimmäinen vaihtoehto sopii yhteen aikaisemman päätelmän kanssa. Uudessa standardissa tilanne on muuttunut. Siinä keskitytään ainoastaan mittauksien kuvaamiseen eikä siinä enää suositella mittauksille aikataulua. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2015, 102 - 103) Koulun suurjänniteasennukset on tehty vanhan standardin aikana eikä uusi standardi rajoita vanhan standardin mukaisen aikataulun noudattamista. Vanhan standardin ja vaatimusluokittelun perusteella suoritetaan mittaukset kuuden vuoden välein.

#### **5.4.6 Johtimet ja kaapelit**

Johtimet ja kaapelit jaetaan kahteen ryhmään: vahva- ja heikkovirta. Vahvavirtainen käyttää yleensä vaihtojännitettä ja sitä käytetään tehon syöttämiseen. Heikkovirtaa puolestaan käytetään yleensä tiedonsiirrossa. Niissä käytetty jännite on yleensä matalaa tasajännitettä. Suurin osa kohteen johdotuksista muodostuu vahvavirtaisista MMJ - kaapeleista ja heikkovirtaisista CAT - tietoliikennekaapeleista. Johdin tai kaapeli valitaan käyttökohteeseen sopivaksi ottamalla huomioon mm. sähkötekniset mitoitus ja asennusympäristön olosuhteet. Tämän jälkeen asennuksessa huomioidaan, että johdin tai kaapeli ei vahingoitu ja asennetaan asianmukaisesti. Jos asennukset ja suunnittelu on tehty oikein, voidaan olettaa, että johtimet kestävät käytöstä aiheutuvan kulutuksen ja sitä ne kestävät suunnitellun käyttöajan. Asennuksessa ja suunnittelussa tapahtuneiden virheiden aiheuttamat viat voivat ilmetä itsestään tai ne voidaan havaita esimerkiksi huolto- ja kunnossapitotarkastuksissa.

Kaapelit ja johtimet kuluvat erilailla riippuen niiden ominaisuuksista ja asennusympäristöstä, mutta kuluvat osat ovat käytännössä samoja. Niitä ovat eriste- ja johdinmateriaalit. Käytön aikana eristeiden kulumista todennäköisempää on eristeen rikkoutuminen jonkin asennusolosuhteissa tapahtuneen vauriomekanismin ansiosta. Rikkoutuminen on

erityisen vaarallista vahvavirtajohtimien kohdalla. Johtojen eristeiden kuntoa voidaan tarkkailla silmämääräisesti tai esimerkiksi eristysvastusmittauksella. Johdinmateriaalit ovat metallisia eivätkä ne siten normaaleissa oloissa kulu, mutta mekaanisten rasitusten ja korroosion vaikutuksesta ne voivat heiketä. Mekaanisten rasituksia voivat olla esimerkiksi iskut, lävistykset, puristukset, liian pieni taivutussäde ja liian suuri vetorasitus. Korroosiota voi aiheutua vierasaineiden kuten veden vaikutuksesta.

Edellisten toimenpiteiden lisäksi tulee tarkkailla myös johdotuksien muita turvallisuuden ja toiminnallisuuteen liittyviä seikkoja. Paloturvallisuuteen liittyvänä asiana voidaan pitää kuormitetuissa johdoissa tapahtuvaa lämpenemistä. Esimerkiksi suunnitteluvirheiden, asennusvirheiden tai huolimattoman käytön seurauksena lämpötila voi nousta liian suureksi (Tiainen 2013a, 1 - 2). Liiallinen lämpenemä voi johtua myös jostain ulkoisesta lämmönlähteestä. Kokonaisuudessaan lämpenemä kuormitetussa vahvavirtajohtimessa saa olla 70 - 105 °C riippuen eristemateriaalista. Esimerkiksi sisäasennuksissa yleisesti käytetyt MMJ - kaapelit ovat PVC -eristeisiä, joten johtimien lämpötila saa olla korkeintaan 70 °C. (SESKO ry 2012, 220; Reka Kaapeli Oy, MMJ Asennuskaapeli) Jos lämpötila kasvaa liian suureksi ja PVC - kaapelit syttyvät palamaan, syntyy sankkaa savua ja hengenvaarallisia klooriyhdisteitä. Niiden ansiosta rakennuksesta poistuminen vaarantuu entisestään. Palon edetessä klooriyhdisteitä muodostuu syövyttäviä yhdisteitä, jotka aiheuttavat ärtymystä ja palovamman kaltaisia oireita. Lisäksi ne aiheuttavat muissa sähkölaitteissa ja rakenteissa korroosiota. (Tiainen 2013a, 5) Lämpenemää voidaan tarkkailla lämpötilamittauksien tai lämpökuvauksen avulla tarkkailtava. Toimenpiteet tulisi kohdistaa runsaasti kuormitettuihin johtimiin ja lukuisia kuormitettuja johtimia sisältäviin johtoreitteihin kuten kaapelihyllyihin.

Lämpötilojen lisäksi tulisi häiriösuojauksen kannalta pitää silmällä vahvavirtajohtojen ja heikkovirtajohtojen välisiä etäisyyksiä. Oikea etäisyys riippuu suunnitteluvaiheessa määritellyistä seikoista. Jos näitä seikkoja ei ole määritelty tai tiedot puuttuvat, etäisyyden pitää olla vähintään 200 mm. Erottelua ei kuitenkaan vaadita, jos heikkovirtakaapelit täyttävät standardin SFS 6000 kohdassa 444.6.3 esitetyt vaatimukset. (SESKO ry 2012, 181-185). Etäisyyksien täyttäminen ei aina ole mahdollista, jos hyllyllä ei ole riittävästi tilaa tai johdot ovat pahasti sekaisin. Lämpenemän tai häiriöiden johdosta on harkinnan perusteella hyvä suorittaa tarpeelliset mittaukset.



Huolto- ja kunnossapito tehtävän aikataulun suunnittelu kaipaa pohdintaa. Kaivataanko säännöllisiä määrävälein tehtäviä tarkastuksia vai riittääkö normaalin työskentelyn ohessa tapahtuva tarkkailu tähän. Koulun johdotuksien määrä voidaan katsoa erittäin suureksi. Tämän lisäksi johdotukset ovat yleensä hyvin piilossa joko johtokanavassa tai kaapelihyllyllä. Näin ollen johdotuksien luokse pääseminen ei ole yksinkertaista. Asennusolosuhteita voidaan kuvata passiivisiksi eli johdotuksiin kohdistuvia rasituksia voidaan pitää hyvin pieninä. Tämän takia katsotaan, että johtimissa ei tapahdu mekaanista kulumista eivätkä ne vaadi säännöllisiä tarkastuksia. Lämpenemien kannalta tilannetta ei tiedetä, koska mittauksia ei ole ennen tehty. Lämpenemää voidaan tarkkailla pahimman tilanteen mukaan, jonka katsoa olevan kaapelihyllyllä. Siellä useita kuormitettuja johtimia kulkee samassa nipussa. Jokainen kuormitettu johto lämmittää itseään ja muita johtoja, joten niiden yhteisvaikutuksesta lämpötila on suurempi kuin yhden johdon. Lämpötilojen mittaukset voidaan aluksi suorittaa kaapelihyllyjen tarkastuksien yhteydessä. Tuloksien perusteella arvioidaan tarvitseeko tarkastuksia varten laatia oma aikataulu. Mittaukset olisi hyvä suorittaa myös tilanteissa, jossa tilan tai tilojen sähkölaitteiden teho kasvaa merkittävästi. Häiriöiden kannalta pahin tilanne on myös kaapelihyllyjä, joten myös etäisyydet voidaan tarkastaa samaan aikaan lämpötilojen kanssa. Tode-taan siis, että johdotuksien osalta tyydytään yleisesti jatkuvaan tarkkailuun. Muiden huolto- ja kunnossapitotehtävien yhteydessä on arvioitava johtimien ja kaapelien kuntoa, kuormitusta ja lämpötiloja, jotta tarkkailu olisi toimivaa.

## 5.5 Tilat

Sähkölaitteet ja -laitteistot on yleensä sijoitettu omiin tiloihinsa. Laitteet on suunniteltu ja valittu tilassa vallitsevien olosuhteiden perusteella, joten sähkölaitteiden käyttöedellytysten ylläpitämiseksi tilojen olosuhteita on tarkkailta ja ne on säilytettävä suunnitellun kaltaisina. Tämän lisäksi on huolehdittava tilojen yleisestä huollosta ja kunnossapidosta, jotta tiloja voidaan ylipäättään käyttää eikä niiden turvallisuus vaarannu. Normaalien sähkötilojen lisäksi koululla on tietynlaisia erityistiloja, joiden sähkölaitteistolle ja asennuksille on asetettu erityisvaatimuksia. Näiden erityisvaatimusten täyttäminen ja ylläpitäminen ovat erityisen tärkeitä tilojen käyttäjien, kuten opiskelijoiden, turvallisuudelle, joten huolto ja kunnossapitotarpeisiin on kiinnitetty erityistä huomiota.

### 5.5.1 Sähkölaitetilat

Tässä luvussa käsitellään sähkötiloja joihin on sijoitettu aikaisemmissa luvuissa käsitellyt sähkölaitteet ja -laitteistot kuten muuntajat, kojeistot ja keskukset. Tiloissa sijaitsevien sähkölaitteiden turvallisuuden kannalta huolehditaan sekä tilan kunnosta että tilasta aiheutuvista kuormituksista. Tilojen kunto varmistetaan tarkastamalla kaikki mekaaniset rakenteet kuten seinät, katto ja lattia. Samalla tarkastetaan tiloihin johtavat ovet tai kulureitit. Havaitut puutteet pannaan merkille ja pyritään mahdollisuuksien mukaan korjaamaan. Tarkastuksen jälkeen arvioidaan tilojen käytön turvallisuus. Seuraavaksi varmistetaan, että tiloissa vallitsevat olosuhteet ovat kunnossa. Lämpötilat ovat kohdallaan, ilmanvaihto on riittävä, kosteutta ei esiinny kuivaksi luokitelluissa tiloissa eikä muita kuormittavia tai vaaraa aiheuttavia tekijöitä esiinny. Lopuksi varmistetaan vielä tilan puhtaus. Ylimääräiset roskat ja liiallinen pöly pitää poistaa. (Sähkötieto ry 2006b, 4)

Kun tilojen kunto ja turvallisuus on varmistettu, huolehditaan muista turvallisuuteen liittyvistä tekijöistä. Sähkötyöturvallisuusstandardin mukaan maallikoiden pääsyä tiloihin pitää rajoittaa, jos niissä voi esiintyä sähköstä aiheutuvaa vaaraa (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2015, 16). Näin ollen tilojen riittävästä lukitsemisesta pitää huolehtia. Tämän lisäksi pitää huolehtia, että asiattomilla henkilöillä ei ole avaimia tai kulkuoikeuksia kyseisiin tiloihin.

Turvallisuuden jälkeen huolehditaan työskentelyä helpottavista tekijöistä. Tilan osalta huolehditaan esteettömästä pääsystä. Sähkölaitteiden läheisyyteen tai tilan eteen sijoitetut ylimääräiset esteet tulee poistaa, jotta laitteiden luokse on helppo päästä. Tämän jälkeen huolehditaan, että tilassa oleva valaistus toimii. Arvioidaan samalla sen riittävyys ja varavalaistus tarve. Lopuksi huolehditaan, että tilasta löytyvät tarpeen mukaiset työ- ja turvavälineet ja dokumentit kuten sähköpiirustukset ja ensiapuohjeet. (Sähkötieto ry 2006b, 4)

### 5.5.2 Lääkintätilat

Heti alkuun on todettava, että koululla ei ole lääkintätiloiksi luokiteltuja tiloja, joissa hoidettaisiin sairaita tai loukkaantuneita. Sen sijaan Kuntokatu 4 kiinteistössä on olemassa opetustiloja, joissa oppilaat käyttävät harjoittelumielessä lääkintälaitteita toisiin-

sa. Lääkintälaitteilla tehdään ihon ulkopuolisia toimenpiteitä. Näiden toimenpiteiden suorittaminen tuli ilmi Kuntokatu 4:n kuntotarkastuksessa. Silloisen kuntotarkastajan mielestä tilan sähköasennukset eivät täyttäneet tämänkaltaisen toiminnan edellytyksiä. Tässä vaiheessa oli tiedossa, että vain yhdessä luokassa oli puutteita. Tilan sähköasennuksia muutettiin noudattamaan SFS 6000:n lääkintätiloja koskevaa standardia. Aluksi tila luokiteltiin ryhmän 1 lääkintätilaksi. Sen jälkeen tilaan rajattiin alue, joka nimettiin hoitoalueeksi. Tämän alueen sisällä sähköasennukset muutettiin noudattamaan standardin vaatimuksia ja vain tämän alueen sisällä voidaan käyttää harjoittelu mielessä lääkintälaitteita. Sähköasennuksiin tehtiin seuraavanlaiset muutokset: pistorasioihin asennettiin vikavirtasuojakytkimet, hoitoalueelle ulottuviin johtaviin osiin asennettiin lisäpotentiaalitasaukset ja tilaan asennettiin yksittäiset turvavalaisimet. Turvavalaisimet ovat omatoimisia eli niissä on omat tehonlähteet eikä niitä ohjata erillisestä keskuksista. Standardi olisi vaatinut valaistuksen syöttöihin muutoksia, mutta näitä ei koettu tarpeelliseksi.

P - talossa oli samaan aikaan käynnissä muita urakoita, joiden aikana muutamiin harjoitteluluokkiin tehtiin vastaavanlaisia toimenpiteitä. Näihin tiloihin on myös asennettu tilakohtaiset turvavalaisimet. Myöhemmin P-talon ylimmästä kerroksesta paljastui lisää edellisen kaltaisia opetustiloja. Näistä tiloista pyydettiin jälleen kuntotarkastuksen suorittajan lausuntoa, jossa päädyttiin käyttämään rakennuksen rakennusvaiheen aikaisia standardeja. Niiden perusteella lääkintätiloihin vaadittiin ainoastaan vikavirtasuojat pistorasioita varten. Lisäpotentiaalitasauksia ei tarvinnut asentaa hoitoalueelle ulottuviin johtaviin osiin. Tilojen osalta tyydyttiin noudattamaan minimivaatimusta eli tilojen pistorasioihin asennettiin vikavirtasuojakytkimet.

Opetustilojen sähköasennuksia on muutettu lääkintätiloja koskevan standardin mukaisesti, joten huolto ja kunnossapito toimenpiteissä voidaan noudattaa lääkintätiloja koskevia kunnossapitovaatimuksia. Standardi mukaan kunnossapidossa tulisi määrävälein tehdä muun muassa seuraavat toimenpiteet:

- lisäpotentiaalitasauksen mittaus: 6 vuotta
- potentiaalitasauksen liitosten tarkastus: 6 vuotta
- vikavirtasuojan toiminnan testaus IΔN:n suuruisella vikavirralla: omalla testipainikkeella yleisten vaatimusten mukaan enintään 12 kk välein, mittaamalla 6 vuotta (SESKO ry 2012, 455 )

Standardin tietojen perusteella nähdään, että toimenpiteet jakaantuvat silmämääräisesti tehtäviin tarkastuksiin, mittauksiin ja koestuksiin. Asennuksien varsinaiseksi tarkastuskohteeksi asetetaan ainoastaan liitokset. Niiden osalta oletuksena on kireys ja kunto, jotta sähköinen johtavuus säilyisi. Standardi ei ota kantaa potentiaalintasauksen yleiseen mekaanisen kunnon tarkkailuun, mutta sitä voidaan pitää itsestään selvyytenä. Se voidaan suorittaa samalla muiden tarkastuksien ohessa. Lisäpotentiaalnin mittauksella tarkoitetaan sen jatkuvuuden mittausta eli kuinka suuri on resistanssi potentiaalintasauksikon ja käyttökohteen välillä. Mittauksia varten tarvitaan niihin soveltuva mittalaite. Standardi käsittelee asiaa käyttöönottotarkastuksia koskevassa opastuksessa. Ryhmän 1 mukaisten tilojen käyttöönottotarkastuksessa tarvitaan mittalaite, jolla potentiaalintasauksen jatkuvuus voidaan mitata 200 mA testausvirralla (SESKO ry 2012, 468). Tämä ei ole velvoittava vaatimus mittalaitteelle vaan ainoastaan opastava suositus (SESKO ry 2012, 462). Oletetaan kuitenkin, että määrävälein tehtävät mittaukset voidaan tehdä samankaltaisella mittarilla. Mittaukset voidaan suorittaa johtavissa osissa olevien merkittyjen mittauspisteiden avulla. Mittaustulokset tulee kirjata ylös ja liittää huolto- ja kunnossapitosuunnitelman kansioon seuranta varten. Vikavirtasuojien koestus hoidetaan kahdella tavalla: painamalla testauspainiketta ja mittalaitteen avulla. Suojien mittaamalla suoritettava testaus voidaan suorittaa helposti esimerkiksi asennustesterin pistotulpan avulla, koska ne suojaavat ainoastaan pistorasiakuormia.

Edellä mainituista listauksista jätettiin yksi kohta ulkopuolelle, koska se vaati tulkinnan tekemistä. Kyseessä on tiloihin asennettuja turvavalaisimien huolto ja kunnossapito, jota varten standardi ei anna suoraan toimenpide-ehdotusta. Niiden osalta voitaisiin noudattaa kohteen muiden turvavalaisimien aikataulua, mutta pohditaan ensin mitä standardissa sanotaan. Standardi ehdottaa, että akustolla syötetyt varavoimajärjestelmät tulee testata 12 kuukauden välein (SESKO ry 2012, 455). Varavoimajärjestelmäksi määritellään syöttöjärjestelmä, joka ylläpitää sähköasennuksen tai sen osan toimintaa normaalisyytön katketessa (SESKO ry 2012, 442). Valaisimet täyttävät määrittelyn toiminnallisen ehdon eli ne syttyvät kun normaalisyyttö katkeaa. Mutta niitä ei syötetä erillisestä varavoimajärjestelmästä, sen sijaan niissä on omat tehon lähteet ja syöttölaitteet. Valaisimet eivät siksi välttämättä täytä standardin määritelmää, mutta katsotaan, että kyse on samasta asiasta vain pienemmässä koossa. Standardin ehdottama määräväli on sama kuin muiden turvavalaisimien kapasiteettikokeen. Suoritetaan näin ollen valaisimille toimintakoe kerran vuodessa.

Standardi antaa myös toimenpiteille aikataulut, joten niitä ei tarvitse laatia erikseen. Vikavirtasuojien suhteen aikataulussa on kuitenkin hieman liikkumavaraa. Käytetään tätä hyväksi ja sovitetaan aikataulu mieluummin yhteen koulun muiden vikavirtasuojien kanssa. Näin ollen opetustilojen vikavirtasuojat testataan kaksi kertaa vuodessa eli puolen vuoden välein.

Edellä mainitut toimenpiteet on valittu koskemaan nykyisillään olevia tiloja. Tilat ovat standardin mukaisia muutoksia lukuun ottamatta normaaleja opetustiloja, joissa opetus-tarkoituksessa käytetään lääkintälaitteita. Tiloista ainakin osa on luokiteltu luokan 1 lääkintätilaksi, mutta varsinaista tiloissa ei hoideta sairaita. Siksi standardissa esitettyjä vaatimuksia sitovuus tulee kysymykseen. Kuitenkin tiloissa harjoitellaan oikeilla lääkintälaitteilla oikeisiin ihmisiin. Lisäksi harjoittelutilanteessa mahdollisesti kokemattomat henkilöt suorittavat lääkintätoimenpiteitä. Siksi on varmasti opiskelijoiden ja opettajien turvallisuuden kannalta suotavaa, että noudatetaan standardin mukaisia suosituksia. Jos suojaus- ja turvallisuusvaatimuksia kiristetään, pitää tarkistaa ja arvioida ovatko toimenpiteet enää riittäviä. Listauksesta voidaan myös nähdä, että toimenpiteet eivät vaadi erityisosaamista, joten ne voidaan suorittaa koulun oman huolto- ja kunnossapitohenkilökunnan toimesta.

### **5.5.3 Räjähdyksivaaralliset tilat (Ex - tilat)**

Räjähdyksivaarallisessa tilassa eli Ex - tilassa edellytetään laitteiden rakenteilta, asennuksilta ja käytöltä erityisvaatimuksia, jos räjähdyksivaarallista seosta esiintyy tai voi esiintyä tietyissä rajoissa. Tiloissa pidettävien ja käytettävien laitteiden rakenteilta sekä tilojen asennuksilta vaaditaan tietynlaisia erityisominaisuuksia, joiden avulla ne soveltuvat käyttöolosuhteisiin. Turvallisuuden varmistamiseksi tulee huolehtia, että nämä erityisominaisuudet säilyvät koko käyttöiän ajan. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2008, 7) Koululla räjähdyksivaaralliset tilat sijaitsevat pääasiassa I - rakennuksessa. Ex - tiloiksi on luokiteltu muun muassa laboratorioiden vetokaapit, kaasupullojen varastointitilat ja rakennuslaboratorion verstaan purunpoistojärjestelmän sisäosat.

Tämän työn alkuvaiheessa räjähdyksivaarallisten tilojen osalta ei ollut olemassa kunnollista huolto ja kunnossapito-ohjelmaa. Tilojen ylläpidosta huolehdittiin kirjaamattoman

ohjelman avulla. Siihen kuului oletuksena, että laitteistolle on suoritettava määräaikaistarkastus kolmen vuoden välein. Sähköturvallisuusmääräyksissä ei ole määritelty tämän kaltaista aikataulua, joten se on todennäköisimmin pohjautunut räjähdysvaarallisten tilojen huoltoa ja kunnossapitoa käsittelevään standardiin SFS-EN 60079-17. Se on osa samaa standardisarjaan kuin räjähdysvaarallisten tilojen suunnittelua, laitevalintoja ja asentamista koskeva standardi SFS-EN 60079-14. Sähköturvallisuusviranomainen on hyväksynyt jälkimmäisen vahvistetuksi standardiksi (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2015, 2). Standardin SFS-EN 60079-17 soveltamisen yhtenä ehtona on standardi SFS-EN 60079-14, joten standardia SFS-EN 60079-17 voidaan katsoa käytettävän apuna tapauksissa, joissa vahvistettua standardia on käytetty (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2008, 8). Koulun I-talon peruskorjaus valmistui vuonna 2010 ja standardi SFS-EN 60079-14 on ollut olemassa jo vuodesta 2003, joten tilojen toteutuksessa on hyvin todennäköisesti käytetty juuri tätä standardia. Tällöin myös standardia SFS-EN 60079-17 voitaisiin hyödyntää huollon ja kunnossapidon suunnittelussa. Sitä on todennäköisesti myös käytetty, koska tarkastuksien vanha aikataulu on sama kuin standardissa esitetty.

Räjähdysvaarallisille tiloille suoritettiin edellisen kappaleen mukainen tarkastus kesällä 2013. Sen suoritti koulun ulkopuolisesta tahosta tilattu tarkastaja. Toimenpiteet aloitettiin tutustumalla olemassa olevaan räjähdysuojasiasiakirjaan. Tarkastus ei alkanut lupaavasti, koska jo asiakirjassa havaittiin olevan joitain puutteita, mm. maadoituskaavio puuttui. Myös varsinaisissa asennuksissa havaittiin puutteita: vääränlaisia laitteita, väärin tehtyjä tiivistyksiä ja katolla olevista ilmastointikoneista puuttuivat maadoitukset. Puutteiden epäiltiin aiheutuneen talon rakennusaikana urakoinnissa johtuneista epäselvyyksistä. Tarkastuksen lopuksi vahvistui myös, että tarkastus ei ollut pakollinen vaan sen olisi voinut suorittaa myös omatoimisesti. Tarkastajan mukaan varsinainen räjähdysvaarallisten tilojen määräaikaistarkastus suoritettaisiin kiinteistön sähkölaitteiston tarkastuksen yhteydessä.

Tarkastuspöytäkirjassa esitettiin tarkemmin kaikki havaitut puutteet ja suositeltiin potentiaalintasauksien mittauksia säännöllisin välein. Mittauksia voidaan pitää perusteltuina, koska huolto ja kunnossapito käsittelevän standardin mukaan räjähdysvaarallisten tilojen potentiaalintasaukset on pidettävä kunnossa ja potentiaalintasauksen silmukaimpedanssin on oltava riittävän pieni (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2008, 19). Niille ei ole suositeltu omaa aikataulua. Asennuksia koskevat toimenpiteet on tar-

koitus suorittaa kunnossapitotarkastuksessa, joten potentiaalintasauksen mittaukset suoritetaan sen aikataulun mukaisesti. Tarkastaja oli pöytäkirjassaan myös todennut, että tilojen asennuksissa on käytetty tai todennäköisesti käytetty standardia SFS-EN 60079-14, joten edellisen kappaleen lopussa tehty johtopäätös saa siitä lisätukea.

Tarkastuksen jälkeen havaitut puutteet on saatettu kuntoon ja laitteistoa koskeva asianmukainen huolto ja kunnossapitotehtävä on laadittu. Tehtävän on laatinut koulun ulkopuolinen asiantuntija, joka on suorittanut koululla mm. sähkölaitteiston kuntotarkastuksia ja antanut asiantuntijuutta muiden erityistilojen osalta. Laitteiston vaatimat toimenpiteet suoritetaan tarkastusluettelon avulla. Siihen kuuluu myös tarkastuksessa mainitut maadoitusten mittaukset. Aikatauluna noudatetaan vanhaa aikataulu eli kaikki toimenpiteet suoritetaan kolmen vuoden välein.

Toimenpiteillä huolehditaan varsinaisesta tiloista ja laitteistosta, mutta niitä koskevasta dokumentoinnista on myös huolehdittava. Erityisen tärkeää on huolehtia räjähdys- suojausasiakirjasta, koska siinä oli havaittu puutteita. Asiankirjan olemassaolo perustuu valtion neuvoksen asetukseen 576/2003, jossa on myös asiakirjan sisältöä koskevat vaatimukset. Räjähdys- suojausasiakirjaan lisäksi on tärkeää huolehtia, että myös laitteistoja ja tiloja koskevat dokumentit päivitetään, jos niissä tapahtuu muutoksia.

Tehtävään kuuluvista toimenpiteistä huolehditaan koulun henkilökunnan toimesta. Tällöin on huomioitava, että erityisvaatimus listaan kuuluu myös henkilöstöä koskevia vaatimuksia. Huolto ja kunnossapitotoimenpiteisiin koskevan henkilöstövaatimukset on esitetty standardin SFS-EN 60079-17 kohdissa 4.2 ja 4.4.1 sekä liitteessä B. Tärkein havainto on selvästi se, että tarkastuksen suorittajan ei tarvitsisi olla ulkopuolisesti riippumaton taho (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2008, 13). Vaatimusten katsotaan kuitenkin olevan vain ohjeellisia, koska määräyksissä eivät vaadita standardin käyttöä. Ohjeiden noudattaminen on varmasti suositeltavaa, koska pätevien työntekijöiden voidaan katsoa kykenevän parempaan työnlaatuun. Samalla turvallisuustason voidaan katsoa paranevan, kun työntekijät kykenevät luotettavasti tunnistamaan puutteet ja viat tilojen erityispiirteissä. Koululla toimenpiteiden suorittamisesta huolehtii sähkötöiden johtaja, joten vähintään hänen olisi suotavaa täyttää esitetyt vaatimukset. Tilojen varsinaiset käyttäjät ovat olleet oma-aloitteisia, sillä jotkut ovat suorittaneet räjähdysvaarallisia tiloja koskevia kursseja. Jos kursseilta ei ole saatu kattavaa standardin mukaista osaamista, heitä ei ole suotavaa katsoa päteviksi suorittamaan toimenpiteitä. Tämän ei

pitäisi olla ongelma, koska koululla toimenpiteitä ei saa suorittaa ilman sähkötöiden johtajan lupaa. Hän päättää lopulta siitä kuka on kykenevä suorittamaan toimenpiteitä.



## 6 POHDINTA

Tämän työn aikana on tullut hyvin selväksi, että sähkölaitteiston huolto ja kunnossapitoa ohjataan pohjana toimivat erilaiset määräykset. Niiden pohjimmaisena tavoitteena on varmistaa sähkölaitteiston toimintakunto ja turvallisuus. Tämän ei ole uusi tavoite, sillä turvallisuus näkökulma on ollut mukana määräyksissä jo ennen Suomen itsenäistymistä (liite 4). Tietenkin säädökset ovat vielä olleet varsin puuttellisia nykyisiin verrattuna, mutta jo tuolloin ymmärrettiin selvästi sähkön vaarallisuus. Ihmiset ja omaisuus haluttiin suojata sähkön vaaroilta. Nykyisin määräykset ovat laajentuneet käsittelemään turvallisuutta hyvin monesta näkökulmasta, jotta vahingon todennäköisyys saataisiin laskettua mahdollisimman pieneksi.

Valmiista huolto ja kunnossapitosuunnitelmasta on saatu aikaan halutun kaltainen. Tätä kuvastaa se, että työn ovat hyväksyneet koulun molemmat käytön johtajat. Suunnitelma on toimeksiannossa annettujen ohjeiden kaltainen ja täyttää päätavoitteessa määritellyt asiat. Lisäksi työn sisältöä on laajennettu tukemaan näitä asioita. Varsinainen rakenne on suunniteltu ja toteutettu itsenäisesti kohteen lähtötietojen perusteella. Suunnitelma olisi voitu laatia suosituksissa annettujen esimerkkien avulla yhdeksi yksinkertaiseksi luetteloksi, mutta tällaisessa mallissa olisi tehtävien käsittely jäänyt hyvin alkeelliseksi ja tietoja olisi pitänyt levittää useisiin paikkoihin. Sen vuoksi on laadittu malli, jossa tehtäviä varten on varattu riittävästi tilaa kaikkia tarpeellisia tietoja varten. Kun kaikki toimenpiteissä ja tehtävän käsittelyssä tarvittavat tiedot on löydettävissä yhdestä paikasta, työn päivittämistä tai toimenpiteitä varten ei tarvitse ensimmäisenä lähteä selvittämään mistä dokumentit ja ohjeet löytyvät. Tämä avulla toimenpiteiden suorittaminen helpottuu ja se vapauttaa resursseja muita tehtäviä varten.

Suunnitelman varsinainen sisältö sekä huolto ja kunnossapitotehtävät laadittiin huolellisesti käyttäen hyväksi asianmukaisia määräyksiä, sähköalan ammattilaisten suosituksia (esimerkiksi ST - kortteja) ja valmistajien ohjeita. Jos suunnitelmalla ei haluta varmistua aivan kaikista huolto ja kunnossapitotarpeista, suunnitelman voi helposti laatia näiden lähteiden avulla. Jos suunnitelmalla halutaan varmistaa turvallisuus tai toiminnallisuus, laadinnassa vaatii myös laitteiston ja laitteiston erityisominaisuuksien tuntemista. Tämän työn aihepiiri on ollut itselleni aivan uusi, joten suunnitelma on toteutettu jälkimmäisellä tavalla. Tämä on tärkeää myös siitä näkökulmasta, että koululla ei ole ollut olemassa aikaisempaa suunnitelmaa. Sähkölaitteiston todellisesta kunnosta ja turvalli-

suudesta ei ole siis täyttä varmuutta. Nämä aukot voidaan täytyy vain ottamalla mahdollisimman hyvin huomioon erilaiset tekijät ja näkökulmat. Loppujen lopuksi tavoitteena on sähköturvallisuusmääräyksissä esitettyjen vaatimusten täyttäminen.

Yleensä määräyksissä ei neuvota tarkemmin tarkenneta millä keinoilla käyttäjän on huolehdittava vaatimusten täyttämisestä, joten suunnitelmalle ei ole olemassa yhtä oikeaa mallia. Jokaisen suunnitelman lopullisen tavoitteen voidaan katsoa olevan samanlainen. Tämän työn jokainen huolto- ja kunnossapitotehtävä sisältää jossain muodossa sähköturvallisuusmääräyksiä mukaisesti kunnan ja turvallisuuden tarkkailun, joten suunnitelman perusedellytyksien pitäisi olla määräyksiä näkökulmasta kunnossa. Tehtävien aikataulut ovat kuitenkin kysymysmerkki, koska niitäkään ei yleensä käsitellä määräyksissä ellei kyse ole erityisistä tarkastuksista. Tämän työn aikataulut on määritellyt huolella ottaen huomioon erilaiset suositukset, ohjeet ja standardit. Ne toimivat ohjeena tämän kaltaista työtä varten, joten niiden voidaan pitää alustavasti luotettavina. Jokainen kohde on kuitenkin erilainen vaikka suunnitelmat ja asennukset tehtäisiin samojen standardien avulla. Lisäksi kohteessa harjoitettu toiminta aiheuttaa erilaisia huolto- ja kunnossapitotarpeita. Jossain kohteissa on ehdottomasti huolehdittava laitteiston toimintakunnosta, kun taas toisissa voidaan sallia toiminnan keskeytyminen hetkellisesti. Tekniset ominaisuudet ja tarpeet muuttuvat ajan myötä, joten alkuperäisen ylläpitotason varmistamiseksi huolto ja kunnossapito tarve yleensä kasvaa.

Aikataulujen toimivuudesta ei voida myöskään olla täysin varmoja, koska ne ovat yleisiä suosituksia. Edes valmistajien ohjeisiin ei pidä luottaa sokeasti. Valmistajan ei ole välttämättä ottanut huomioon kaikkia näkökulmia laitteisiinsa tai laitteistoonsa liittyen. Myös suunnittelija tai käyttäjä voi toimia erheellisesti. Laite tai laitteisto on voitu esimerkiksi epähuomiossa asentaa tilaan johon niitä ei ole suunniteltu tai niitä käytetään odotetusta poikkeavalla tavalla. Aikataulujen pitäisi tarkentua ajan myötä tarkastuksissa tehtyjen havaintojen perusteella. Kuntoa tai turvallisuutta heikentäviä muutoksien takia, aikataulua on joko kiristettävä tai laitteen korvausta on pohdittava. Jos tarkastuksissa ei havaita näitä piirteitä eikä tehtävällä ole erityistä tarkoitusta, aikataulua kasvattamista voidaan vastaavasti harkita. Muutoksia on luonnollisesti kohdistettava tarpeiden mukaisesti myös toimenpiteisiin. Työn katsotaankin sen vuoksi olevan vasta alkuvaiheessa ja se tulee muovautumaan lopulliseen muotoonsa vasta ajan kuluessa.

Työn laadinta ei edennyt aivan odotetulla tavalla. Alkuvaiheessa annettujen ohjeista sai työstä aivan erilainen kuva kuin lopulta paljastui. Ohjeena oli hyödyntää työn laadinnassa toimeksiannossa annettua kansion esimerkkejä. Näillä tiedoilla päästiin työssä hyvin alkuun ja tehtäväluettelo saatiin muodostettua hyvin nopeasti. Tässä vaiheessa kokemattomuus aihetta kohtaan aiheutti hankaluuksia. Aikaisempaa kokemusta aihepiiristä ei juuri ollut eikä sitä oltu käsitelty koulun opintojaksoilla juurikaan. Sen vuoksi aineistoa ja perehtymistä tarvittiin lisää. Työn sisällön kasvaessa myös aineiston määrä kasvoi. Samalla työn aikataulu alkoi hiljalleen venyä. Lopulta varsinainen suunnitelma saatiin palautettua lähes ajallaan, mutta tämä raportti on viivästynyt merkittävästi. Ongelmana on ollut selvästi työn laajuus. Koululla on aikaisemmin tehty opinnäytetyönä esimerkiksi tehty tuulivoimaloita koskeva huolto- ja kunnossapitosuunnitelma eli aiheena on ollut siis vain yksi sähkönjakeluun kuuluva osa. Tässä työssä on ollut tarkoituksena käsitellä koko koulun sähkölaitteisto, joten myös aihe on ollut huomattavasti laajempi. Työ on vaatinut sen vuoksi runsaasti opiskelua ja usein työn määrä on tuntunut todella raskaalta. Näin jälkikäteen sanottuna olisi ollut viisaampaa jakaa työ pienempään osaan. Vastaavasti olisin voinut käsitellä työtä vähemmän kattavasti, mutta tämä ei ole tapojeni mukaista enkä olisi uskonut sen olevan koulun etujen mukaista.

Jälkikäteen katsottuna olisin toivonut, että minulla olisi ollut parempi lähtökuviot tähän työhön. Koulussa painopiste oli selvästi sähkölaitteistojen suunnittelussa, mutta suunnitteluun liittyy mielestäni tärkeäksi osaksi myös huolto ja kunnossapito. Kun nämä asiat otetaan huomioon suunnittelussa, asiakkaalle voidaan tarjota helposti ylläpidettävä sähkölaitteisto ja laitteiston mukana voidaan toimittaa kohteeseen räätälöidyt huolto ja kunnossapito-ohjeet. Tätä kautta huolto- ja kunnossapitokustannukset pienenevät ja asiakastyytyväisyys kasvaa. Tällä asialla luulisi olevan yhä enemmän merkitystä nykyaikana kun teollisuutta siirretään entistä enemmän ulkomaille. Uusien laitosten rakentaminen vähentyy joten toiminta siirtyy enemmän vanhojen laitosten ylläpitoon. Tämän vuoksi olisin toivonut, että koululla olisi järjestetty huoltoa ja kunnossapito käsittelevä kurssi tai harjoitustyö. Sitä olisi voitu myös käsitellä enemmän jonkin kurssin yhteydessä. Lopuksi haluan omalta osalta pahoitella raportin viivästymistä ja kiittää erittäin suuresti kaikki niitä henkilöitä, jotka auttoivat työn laadinnassa. Erityisen suuret kiitokset haluan osoittaa käytön ja sähkötöiden johtajalle Jarmo Lehtoselle.

## LÄHTEET

ABB. 2005. Pienjännitekojeet. PDF. Luettu: 11.4.2016.

[https://library.e.abb.com/public/26b7051f45e4e9ccc125707300247ed9/s200\\_1fi05\\_01.pdf](https://library.e.abb.com/public/26b7051f45e4e9ccc125707300247ed9/s200_1fi05_01.pdf)

ABB. PR211-212 Microprocessor-based or thermomagnetic current release for S6. Luettu: 11.4.2016.

Agis Fire & Security Oy. Kaasusammutusjärjestelmät. Luettu: 16.4.2016.  
[www.agisfs.fi/kaasusammutusjaerjestelmaet](http://www.agisfs.fi/kaasusammutusjaerjestelmaet).

AIRAM. Lampun elinikä. Luettu: 12.4.2016.

<http://www.airam.fi/kuluttajille/lamppuinfo/lampun-elinika/>

AIRAM. Valonlähteet: T5 vakioloistelamput G5. Luettu: 15.12.2015.

<http://www.airam.fi/pro/valonlahteet/tuote/3303/>.

AIRAM. Valonlähteet: T8 vakioloistelamput G13. Luettu: 15.12.2015.

<http://www.airam.fi/pro/valonlahteet/tuote/3207/>.

Alhainen, J. 2015. Jakokeskusten sähköisten liitosten vikaantumismekanismit ja sähköpalot. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen tekninen yliopisto. Diplomityö.

APC by Schneider Electric. 2012. Hydrogen Gassing: Symmetra, SmartUPS. PDF. Luettu: 13.4.2016.

Aro, M. Elovaara, J. Karttunen, M. Nousiainen, K. & Palva, V. 2003. Suurjännitetekniikka. Jyväskylä: Gummeruksen Kirjapaino Oy.

Autio, I. 2002. ST 96.02: Huolto ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Espoo: Sähköinfo Oy.

Autio, I. 2003. ST 96.01: Sähkölaitteiston hoito- ja kunnossapito-ohjelma. Espoo: Sähköinfo Oy.

Blom, J. 2013. Pääsähkönjakelun tarkastelu osana energiakatselmusta. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Elg, J. Lindgren, H. 2003. ST 96.30 - Akkujen hoito ja kunnossapito. Espoo: Sähköinfo Oy.

France Transfo. 2008. Minera: Instructions for installation, commissioning and maintenance. PDF. Luettu: 2.4.2016.

[http://download.schneider-electric.com/files?p\\_Reference=ftodtgea220000b&p\\_File\\_Id=689605050&p\\_File\\_Name=Minera+notice+installation+anglais+GEa220000b.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=ftodtgea220000b&p_File_Id=689605050&p_File_Name=Minera+notice+installation+anglais+GEa220000b.pdf)

Hager. 2011. Vikavirtasuojatkaisija RCD 16-63 A - Käyttö- ja asennusohje. PDF. Luettu: 11.4.2016. [www.utu.fi/sites/default/attachments/xp1\\_id\\_dk\\_fi\\_6c5112e.pdf](http://www.utu.fi/sites/default/attachments/xp1_id_dk_fi_6c5112e.pdf)

Harvia Oy. Kiuaskivet. Luettu: 13.4.2016.

[www.harvia.fi/content/fi/40/538/kiuaskivet.html](http://www.harvia.fi/content/fi/40/538/kiuaskivet.html)

Jumppanen, J. 2010. ST 96.48: Poistumisvalaistusjärjestelmän huolto ja kunnossapito. Espoo: Sähköinfo Oy.

Heinonen, V. Kallio, P. Kautto, P. Salmi, T. 2012. ST 96.31.01: Savunhallintajärjestelmä. Käyttö ja kunnossapito. Espoo: Sähköinfo Oy.

Hovinen, R. 2012. ST 98.54.1: Paloilmoittimen kunnossapito-ohjelma. Yleisohje. Espoo: Sähköinfo Oy.

Hyytiä, K. Jokinen, S. Kauppi, V. Koskela, K. Laakkonen, E. Laine, J. Lahteenmäki, U. Packalén, S. Perttula, T. Sívén, C. 2010. 5. painos. ST-ohjeisto 1: Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009. Espoo: Sähköinfo Oy.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 5.7.1996/516

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517

Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus hissien käytöstä 30.8.1996/663

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193

Kauppila, J. 2012. ST 51.23: Määräaikaistarkastuksen suorittaminen. Espoo: Sähköinfo Oy.

Kurkinen, H., Lehtonen, J. Huolto ja kunnossapitosuunnitelman läpikäynti. Tapaaminen. 4.4.2014. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Lehtonen, J. sähkömestari. 2015. Vastine. Sähköpostiviesti. jarmo.h.lehtonen@tamk.fi. Luettu: 8.1.2015.

Mondex. 2012. Total Rock - kiukaiden käyttö- ja asennusohjeet. PDF. Luettu: 13.4.2016. [www.mondex.fi/site/media/2014/03/Mondex-Total-Rock-kiukaiden-kaytto-ja-asennusohjeet.pdf](http://www.mondex.fi/site/media/2014/03/Mondex-Total-Rock-kiukaiden-kaytto-ja-asennusohjeet.pdf)

Mondex. Total Rock - tekniset tiedot. Luettu: 13.4.2016. [www.mondex.fi/tuotteet/total-rock/](http://www.mondex.fi/tuotteet/total-rock/)

Motiva Oy. Lamppujen pakkausmerkinnät. Luettu: 15.12.2015. <http://www.lamputieto.fi/lamput/lamppujen-pakkausmerkinnat/>.

Motiva Oy. 2016. Motiva. Luettu: 12.4.2016. [http://www.motiva.fi/motiva\\_oy](http://www.motiva.fi/motiva_oy).

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Nokian Capasitors. 2008. Pienjännitetuotteiden tuote-opas. Luettu:12.12.2015.  
<http://www.sahkonumerot.fi/5704580/doc/brochure/>.

Ojala, P. 2010. Kiinteistöjen ylläpidon organisointi Pirkanmaan ammattikorkeakoulu Oy:ssä. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Ylempi AMK-tutkinto. Opinnäytetyö.

OSRAM. 2016a. LUMILUX T5 HE - Tuoteperheen tekniset tiedot. Luettu:12.4.2016.  
[http://www.osram.fi/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01\\_1027863&vid=PP\\_EUROPE\\_FI\\_eCat&lid=Fi](http://www.osram.fi/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1027863&vid=PP_EUROPE_FI_eCat&lid=Fi).

OSRAM. 2016b. LUMILUX T8 - Tuoteperheen tekniset tiedot. Luettu:12.4.2016.  
[http://www.osram.fi/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01\\_1027891&vid=PP\\_EUROPE\\_FI\\_eCat&lid=FI](http://www.osram.fi/appsinfo/pdc/pdf.do?cid=GPS01_1027891&vid=PP_EUROPE_FI_eCat&lid=FI).

Oy ESMI Ab. 2004. FX paloilmoinjärjestelmä. Käyttöohje. PDF. Luettu: 26.5.2016.

Oy Neptolux Ab. Huoltopäiväkirja: Poistumisvalaistusjärjestelmä. PDF. Luettu: 15.4.2016. [www.neptolux.fi/wp-content/uploads/2013/05/Huoltopäiväkirja.pdf](http://www.neptolux.fi/wp-content/uploads/2013/05/Huoltopäiväkirja.pdf).

Phillips. 2015. MASTER TL-5 High Efficiency. Luettu: 12.4.2016.  
[http://download.p4c.phillips.com/lfb/c/comf-2520/comf-2520\\_pss\\_fi\\_fi\\_001.pdf](http://download.p4c.phillips.com/lfb/c/comf-2520/comf-2520_pss_fi_fi_001.pdf)

Phillips. 2016. TL-D consumer products. Luettu: 12.4.2016.  
[http://download.p4c.phillips.com/lfb/c/comf-4815/comf-4815\\_pss\\_fi\\_fi\\_001.pdf](http://download.p4c.phillips.com/lfb/c/comf-4815/comf-4815_pss_fi_fi_001.pdf)

Reka Kaapeli Oy. MMJ Asennuskaapeli. Luettu: 6.4.2016.  
[www.reka.fi/asennuskaapelit/vakioasennuskaapelit/mmj-asennuskaapeli](http://www.reka.fi/asennuskaapelit/vakioasennuskaapelit/mmj-asennuskaapeli)

Roine, R. 2003. ST 53.11: Kaapeliliitäntäiset sähkökäyttäjän muuntamot. Espoo: Sähköinfo Oy.

Schneider Electric. 2012. Compact NSX 100-630 A - User guide. PDF. Luettu: 11.4.2016. [http://download.schneider-electric.com/files?p\\_Reference=LV434101&p\\_File\\_Id=50819116&p\\_File\\_Name=LV434101-04.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=LV434101&p_File_Id=50819116&p_File_Name=LV434101-04.pdf)

Schneider Electric. 2013. Masterpact NT and NW - Maintenance guide. PDF. Luettu: 11.4.2016. [http://download.schneider-electric.com/files?p\\_Reference=LVPED508016EN&p\\_File\\_Id=119838068&p\\_File\\_Name=LVPED508016EN-02.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=LVPED508016EN&p_File_Id=119838068&p_File_Name=LVPED508016EN-02.pdf)

Schneider Electric. 2014. Trihal - Cast resin transformer: Instructions for installation and maintenance. PDF. Luettu: 2.4.2016.  
[http://download.schneider-electric.com/files?p\\_File\\_Id=1391584857&p\\_File\\_Name=Trihal-Instruction-Manual\\_EN.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=1391584857&p_File_Name=Trihal-Instruction-Manual_EN.pdf)

SESKO ry. 2009. 1. painos. SFS-käsikirja 601 - Suurjännitesähköasennukset ja ilma-johdot. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Siemens. 2008. Medium-Voltage Switchgear - Type SIMOSEC - Installation and operating instructions. Luettu: 8.4.2016.

Sisäasianministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista 8.8.2000/SM-1999-967/Tu-33.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2004. SFS-EN 50172: Poistumisvalaistusjärjestelmät. PDF. Luettu: 15.4.2016.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2008. SFS-EN 60079-17: Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 17: Sähköasennusten tarkastus ja kunnossapito. PDF. Luettu: 21.4.2016.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2015. SFS-6002: Sähkötyöturvallisuus. PDF. Luettu: 21.4.2016

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2015. SFS-6001: Suurjännitesähköasennukset. PDF. Luettu: 20.4.2016

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Usein kysyttyä. Luettu: 27.5.2016.  
[www.sfs.fi/usein\\_kysyttya](http://www.sfs.fi/usein_kysyttya)

SESKO ry. 2012. SFS-käsikirja 600-1: Sähköasennukset. Osa 1:SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: SFS.

Setälä, S. 2014. UPS - laitteiston huolto ja kunnossapito. Haastattelu. 1.4.2014. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Siemens. 2010. Switchgear Type SIMOSEC - up to 24 kV, Air-insulated, Extendable - Medium-Voltage Switchgear - Catalog HA 41.21. PDF. Luettu: 8.4.2016.

Sisäasianministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 6.10.2005/805.

STUL ry. 2006. Yliaallot ja kompensointi. Tampere: Tammer Paino Oy.

Suomen Palokatkoyhdistys ry. 2013. Palokatto-opas. PDF. Luettu: 18.4.2016.  
[www.palokatkoyhdistys.fi/pdf/palokatto-opas\\_2013.pdf](http://www.palokatkoyhdistys.fi/pdf/palokatto-opas_2013.pdf).

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2013. 20. painos. D1-2012: Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki: Painokurki Oy.

Sähkötieto ry. 2006a. ST 96.03.01. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H1 Asennusreitit. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2006b. ST 96.03.02. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H2 Sähkö pääjakelujärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2006c. ST 96.03.03. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H3 Laitteistojen sähköistys. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2006d. ST 96.03.04. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H4 Sähkölaitantäjäjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2006e. ST 96.03.05. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H5 Valaistusjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2006f. ST 96.03.06. Hoidon ja kunnossapidon toimenpidejaksot. H6 Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2016. ST 00.05: Voimassa olevat ST-julkaisut. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkötieto ry. 2010. ST95.60.03: Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien sekä tietoteknisten järjestelmien huolto ja kunnossapito - tehtäväluettelo. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410

Tamko. Tilavaraus: Solun sauna. Luettu: 13.4.2016. [www.tamko.fi/tilavaraus](http://www.tamko.fi/tilavaraus).

Tampereen ammattikorkeakoulu. Kampukset. Luettu: 9.5.2016.  
[www.tamk.fi/web/tamk/kampukset](http://www.tamk.fi/web/tamk/kampukset)

Tampereen ammattikorkeakoulu. TAMKin ylläpitäjäyhtiö palauttaa osan pääomastaan omistajille. Luettu: 9.5.2016. [www.tamk.fi/web/tamk/-/tamkin-yllapitajayhtio-palauttaa-osan-paaomastaan-omistajille](http://www.tamk.fi/web/tamk/-/tamkin-yllapitajayhtio-palauttaa-osan-paaomastaan-omistajille).

Tampereen ammattikorkeakoulu. Tutustu TAMKiin. Luettu: 9.5.2016.  
[www.tamk.fi/web/tamk/tutustu-tamkiin](http://www.tamk.fi/web/tamk/tutustu-tamkiin).

Tampereen Sähkölaitos Oy. 2012. Loistehon hinnoittelu ja kompensointi. Luettu: 12.12.2015.  
[https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkoverkkoonliittyminen/TSV-urakoitsijalle/Documents/Loistehon%20hinnoittelu-%20ja%20kompensointiohje%20TSV\\_01-12-2012\\_internet.pdf](https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkoverkkoonliittyminen/TSV-urakoitsijalle/Documents/Loistehon%20hinnoittelu-%20ja%20kompensointiohje%20TSV_01-12-2012_internet.pdf).

Tiainen, E. 2013a. ST 51.17: Sähkökaapelit ja paloturvallisuus. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tiainen, E. 2013b. ST 53.12: Vikavirtasuojat. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tummavuori, J. 2010. ST 96.32: UPS - järjestelmän käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2011. Ohje S4-2011: Sähkölaitteistot ja käytön johtajat. PDF. 11.2.2011. Tulostettu: 12.4.2015.  
[www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/](http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/)

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2011. Ohje S6-2011: Hissien huolto, muutostyöt ja tarkastukset. PDF. 26.4.2011. Tulostettu: 14.4.2016.  
[www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes-ohjeS6-11.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes-ohjeS6-11.pdf).

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2011. Toimintaohjeita paloilmoittimien ja sammutuslaitteistojen asennus- ja huoltotoiminnan aloittamista aikoville. 15.8.2013. Luettu: 16.4.2016. [www.tukes.fi/Ajankohtaista/Tiedoitteet/Pelastustoimen-](http://www.tukes.fi/Ajankohtaista/Tiedoitteet/Pelastustoimen-)



laitteet/Toimintaohjeita-paloilmoittimien-ja-sammutuslaitteistojen-huoltotoiminnan-aloittamista-aikoville-(20.1.2004)/.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2015. Ohje 12/2015: Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähköturvallisuutta koskevat standardit (S19-2015). PDF. Luettu: 28.5.2016.  
[http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes-ohje\\_12\\_2015\\_Sahkolaitteistojen\\_turvallisuus\\_sahkotyoturvallisuus\\_standardit.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/Tukes-ohje_12_2015_Sahkolaitteistojen_turvallisuus_sahkotyoturvallisuus_standardit.pdf).

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738

Unipoli Sport. Aukioloajat. Luettu: 13.4.2016.  
[sport.unipolitampere.fi/yhteystiedot/aukioloajat.html](http://sport.unipolitampere.fi/yhteystiedot/aukioloajat.html).

Uusimäki, J. 2004. ST 52.15: Loistehon kompensointi pienjänniteverkossa (UN < 1000V). Luettu: 12.12.2015

Ympäristöministeriö. 2000. Suomen rakennusmääräyskokoelma A4: Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. PDF. Luettu: 16.3.2016. [www.finlex.fi/data/normit/6022-A4](http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4)

Ympäristöministeriö. 2011. Suomen rakennusmääräyskokoelma E1: Rakennuksen paloturvallisuus. PDF. Luettu: 16.3.2016. [www.finlex.fi/data/normit/37126-E1\\_2011-fi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf).

Ympäristöministeriö. 2014. Suomen rakennusmääräyskokoelma. 2.3.2016. Luettu: 16.3.2016. [www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 23.8.2008/403

Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 18.6.2003/576

Vaara. 2007. Kiuas räjähti, kenen on vastuu?. Luettu: 13.4.2016.  
[yle.fi/artikkeli/2007/12/20/kiuas-rajahiti-kenen-vastuu](http://yle.fi/artikkeli/2007/12/20/kiuas-rajahiti-kenen-vastuu).

Walling, C. T. 2015. Radical - Chemistry. Luettu: 2.4.2016.  
[global.britannica.com/science/radical-chemistry](http://global.britannica.com/science/radical-chemistry)

## LIITTEET

### Liite 1. Huoltotehtävälomake

<b>Huoltopaketti:</b>	
Erityisjärjestelmät	
<b>Huoltokohde:</b>	<b>Huoltoväli:</b>
Turvavalokeskukset, turvavalaisimet, opastevalaisimet	Jatkuva tarkkailu 1 kuukausi, 1 vuosi
<b>Huoltajat:</b>	<b>Huoltopaketin vastuhenkilö:</b>
	Ei nimettyä vastuuhenkilöä
<b>Tarkistettavat asiat:</b>	
Jatkuva tarkkailu:  - opastevalaisimien toiminta  Kerran kuukaudessa: - turvavalokeskusten koestus (muut paitsi Neptolux - 254) - Neptolux - 254 keskuksien silmämääräinen tarkastus - keskustilan siisteys - turvavalokeskuksen mekaaninen kunto - turvavalaisimien toiminta, mekaaninen kunto ja puhtaus - opastevalaisimien toiminta, mekaaninen kunto ja puhtaus	Kerran vuodessa:  - turvavalokeskusten kapasiteettikokeet - keskustilan siisteys - turvavalokeskuksen mekaaninen kunto - turvavalaisimien toiminta, mekaaninen kunto ja puhtaus - opastevalaisimien toiminta, mekaaninen kunto ja puhtaus
<b>Toimenpiteet:</b>	
-palaneet lamput vaihdetaan välittömästi - hajonneet / vialliset turvavalokeskukset, turvavalaisimet tai opastevalaisimet korjataan välittömästi	
<b>Huomautukset:</b>	

## Liite 2. Täyttölomake

<b>Huoltopaketti:</b>
Erityisjärjestelmät
<b>Huoltokohde:</b>
Turvavalokeskukset, turvalavalaisimet, opastevalaisimet
<b>Ohjeita ja lisätietoja:</b>
<p><b>Määräystausta:</b></p> <p>- Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta (805/2005)</p> <p><b>NEPTOLUX - 254 turvalokeskusten testaus:</b></p> <p>NEPTOLUX-254 turvalokeskus valvoo automaattisesti kaikkia toimintoja. Keskus valvoo linja-jännitettä ja -virtaa sekä keskuksen liitettyjen turvalavalaisimien akkuja ja valoledejä jatkuvasti. Järjestelmän tapahtumat näkyvät tapahtumalogista (TAPAHTUMAT).</p> <p><b>Kapasiteettikoe:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Kirjautu NEPTO - KLG käyttölaitteeseen (koodi: 123456)</li> <li>2.) Valitse päävalikosta TESTAUS</li> <li>3.) Valitse valaisimien testaus, aseta ajaksi n. 60 minuuttia ja paina TESTAA</li> <li>4.) Tarkista keskuksen ja valaisimien tila keskuslaitteelta. Valaisimia ei tarvitse käydä katsomassa silmämääräisesti ellei vikaa indikoida keskuksella testin jälkeen.</li> <li>5.) Merkitse keskuksen päiväkirjaan kuittaus toimenpiteestä ja mahdolliset viat</li> </ol> <p><b>Muiden turvalokeskusten testaus:</b></p> <p><b>Koestus:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Käännä turvalokeskuksen kytkin 0- asentoon</li> <li>2.) Tarkista, että keskus menee akkukäytölle</li> <li>3.) Pidetään järjestelmä akkukäytöllä 30 minuutin ajan, jonka aika kierretään katsomassa, että turvalavalaisimet ja opastevalaisimet toimivat</li> <li>4.) Kun 30 minuuttia on kulunut ja akut toimivat vielä, voidaan testi lopettaa kääntämällä turvalokeskuksen kytkin I-asentoon</li> <li>5.) Merkitään keskuksen päiväkirjaan kuittaus toimenpiteestä</li> </ol> <p><b>Kapasiteettikoe:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Käännä turvalokeskuksen kytkin 0- asentoon</li> <li>2.) Tarkista, että keskus menee akkukäytölle</li> <li>3.) Pidetään järjestelmä akkukäytöllä 60 minuutin ajan, jonka aika kierretään katsomassa, että turvalavalaisimet ja opastevalaisimet toimivat</li> <li>4.) Kun 60 minuuttia on kulunut ja akut toimivat vielä, voidaan testi lopettaa kääntämällä turvalokeskuksen kytkin I-asentoon</li> <li>5.) Merkitään keskuksen päiväkirjaan kuittaus toimenpiteestä</li> </ol>

## Liite 3. Paikannuslomake

<b>Huoltopaketti:</b>				
Turva- ja valvontajärjestelmät				
<b>Huoltokohde:</b>				
Turvavalokeskukset				
<b>Huoltokohteiden sijainti:</b>				
<b>Turvavalokeskus:</b>	<b>Kiinteistö:</b>	<b>Rakennus:</b>	<b>Kerros:</b>	<b>Tila:</b>
TVK	Kuntokatu 3	A	0krs.	A0-25
TVK	Kuntokatu 3	B	00krs.	B00-27
Neptolux-254	Kuntokatu 3	B	0krs.	Keittiö
TVK	Kuntokatu 3	B	7krs.	IVKH
TVK	Kuntokatu 3	C	0krs.	C0-21
TVK	Kuntokatu 3	D	0krs.	Varasto D1-02 tilan vieressä
TVK	Kuntokatu 3	E	0 krs.	E0-23
TVK	Kuntokatu 3	E	0krs.	E0-04
TVK	Kuntokatu 3	E	0krs.	E0-
TVK	Kuntokatu 3	F	00krs.	F00-11
Neptolux-254	Kuntokatu 3	G	4krs.	G4-33
Neptolux-254	Kuntokatu 3	G	00krs.	G00-09
TVK	Kuntokatu 3	I	00krs.	I00-01
TVK	Kuntokatu 4	P	0krs.	P0-06
TVK	Kuntokatu 4	S	0krs.	S0-12
Neptolux-254	Kuntokatu 4	S	0 krs.	S0-09 -> S0-10

1901

SUOMEN

N:o 9

# SUURIRUHTINANMAAN ASETUS-KOKOELMA.

(Julkiunettava saarnastuollista.)

## L a k i

sähkölaitoksista valon synnyttämistä tahi voiman siirtoa varten.

Annettu Helsingissä, 11 p:nä Huhtikuuta 1901.

Me NIKOLAI Toinen, koko Venäjänmaan Kelsari ja Itsevalttias, Puolanmaan Tsaari, Suomen Suuriruhtinas y. m., y. m., y. m. Teemme tietttäväksi: Suomen Valtiosäätyjen alamaisesta esityksestä olemme Me armossa vahvistaneet seuraavan lain sähkölaitoksista valon synnyttämistä tahi voiman siirtoa varten:

### 1 §.

Sähkölaitosta valon synnyttämistä tahi voiman siirtoa varten, jossa sähkövirran jännitys on niin korkea taikka joka muuten on sitä laatua tahi sellaisella paikalla, että laitos voi tuottaa hengen tai omaisuuden vaaraa, alköön perustetako tahi käytettäkö ennenkuin lupa siihen on hankittu sillä tavalla ja siinä järjestyksessä kuin siitä erittäin säädetään.

Ne määräykset hengen ja omaisuuden vahingon estämiseksi, jotka tämän johdosta vahvistetaan uusia sähkölaitoksia varten, ovat sovellettavat myös tätä ennen käytettyihin, edellämäinnittua laatua oleviin sähkölaitoksiin.

### 2 §.

Sellaisia sähkölaitoksia varten, kuin 1 §:ssä tarkoitetaan, järjestetään erityinen silmälläpito, ja olkoon laitoksen omistaja velvollinen silmälläpitokustannuksia varten suorittamaan Senaatin määrättävän maksun.

## 3 §.

Sähkölaitokseen kuuluvaa johtoa tahi munta laitelmaa alkoon vietäkö toisen maalle maanomistajalta siihen lupaa hankkimatta. Kiinteän omaisuuden omistajaa tai haltijaa voidaan kuitenkin, jos sähkölaitoksella harkitaan olevan yleisempi merkitys, velvoittaa täyttää korvausta vastaan luovuttamaan tarpeellinen maanala laitokseen kuuluvaa johtoa varten tahi sallimaan maanalan käyttämisessä sitä oikeutensa rajoittamista, kuin tällaista johtoa varten tarvitaan; ja on semmoisessa tapauksessa meneteltävä niin kuin laki kiinteän omaisuuden pakkoluvutuksesta yleiseen tarpeeseen säättää.

## 4 §.

Mitä rikoslain 34 luvun 12 §:ssä ja 35 luvun 1 §:ssä säädetään yleisen telegrafi- tahi telefonilaitoksen käyttämisen estämisestä tahi häiritsemisestä sekä telegrafin tahi telefonin vahingoittamisesta, sovellettakoon niinkään sellaiseen sähkölaitokseen, kuin tässä laissa mainitaan.

Jos joku on vahingoittanut tahi yrittänyt vahingoittaa tällaista laitosta sellaisissa suhteissa, kuin rikoslain 34 luvun 10 §:ssä tarkoitetaan, rangaistakoon niinkuin siinä on säädetty.

## 5 §.

Joka luvatta tahi vastoin niitä määräyksiä, jotka lupaa myönnettäessä ovat annetut, perustaa tahi käyttää tässä laissa tarkoitettua laitosta, rangaistakoon enintään viidensadan markan sakolla, ellei kovempaa rangaistusta ole laissa säädetty.

Sen oikaisemiseksi, mitä luvattomasti on tapahtunut, antakoon Kuvernööri virka-apuansa, kun syytä siihen on.

Tämä laki astuu voimaan 1 p:nä Tammikuuta 1902.

Tätä kaikki asianomaiset alamaisuudessa noudattakoot. Helsingissä, 11 p:nä Huhtikuuta 1901.

Keisarillisen Majesteetin Oman Päätöksen mukaan  
ja Hänen Korkeassa Nimensään,  
Suomeen asetettu Senaattinsa:

CONSTANTIN LINDER.  
J. G. SOHLMAN.  
EDV. BOEHM.  
G. E. FELLMAN.  
E. R. NEOVIUS.

VALFRID SPÄRE.  
WALD. ENEBERG.  
OSSIAN BERGBOM.  
M. von BLOM.

Elis Furuhielm.